

**УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНИ МЕНАџМЕНТ,
ЕКОНОМИЈУ И ФИНАНСИЈЕ, БЕОГРАД**

**ЕВАЛУАЦИЈА ИНФОРМАЦИОНО-КОМУНИКАЦИОНИХ
РЕСУРСА ЗАСНОВАНА НА ПРИМЕНИ МЕТОДА
ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Кристина Јауковић Јоцић

ДМ 01 – 02/2015

Београд, 2020.

**УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНИ МЕНАџМЕНТ,
ЕКОНОМИЈУ И ФИНАНСИЈЕ, БЕОГРАД**

**ЕВАЛУАЦИЈА ИНФОРМАЦИОНО-КОМУНИКАЦИОНИХ
РЕСУРСА ЗАСНОВАНА НА ПРИМЕНИ МЕТОДА
ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Проф. др Дарјан Карабашевић

Кристина Јауковић Јоцић

ДМ 01 – 02/2015

Београд, 2020.

КЉУЧНИ ПОДАЦИ О ЗАВРШНОМ РАДУ

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Кристина Јауковић Јоцић, мастер
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	Проф. др Дарјан Карабашевић, ванредни професор; уже научне области: Општи менаџмент и Информатика; Факултет за примењени менаџмент, економију и финансије у Београду, Универзитет Привредна академија у Новом саду.
Наслов рада:	ЕВАЛУАЦИЈА ИНФОРМАЦИОНО-КОМУНИКАЦИОНИХ РЕСУРСА ЗАСНОВАНА НА ПРИМЕНИ МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА
Језик публикације (писмо):	Српски (ћирилица)
Физички опис рада:	Унети број: Страница: 154 Поглавља: 7 Референци: 203 Табела: 73 Слика: 12 Графика: 53 Прилога: -
Научна/уметничка област:	Менаџмент и бизнис
Предметна одредница, кључне речи:	Онлајн курсеви, електронско учење, информационе технологије, вишекритеријумско одлучивање, EDAS метода, PIPRECIA

	метода, ARAS-F метода
Извод (апстракт или резиме) на језику завршног рада:	<p>Развој информационо-комуникационих технологија довео је до револуције и промене начина пословања у различитим областима. Последично, ни област образовања није остала имуна на поменуте промене те је постепено долазило до интеграције образовног процеса и поменутих технологија. Као резултат наведеног дошло је до развоја платформи за даљинско учење и организације онлајн курсева различитог типа. Овакав начин учења је променио улогу полазника који су сада активније укључени у сам процес едукације. Такође, овакав вид учења посебно одговара старијој групацији као и оним полазницима који због различитих обавеза нису у могућности да присуствују предавањима.</p> <p>Данас је у понуди велики број различитих онлајн курсева са тенденцијом повећања тог броја. У циљу повећања атрактивности појединог курса неопходно је водити рачуна о различитим аспектима који утичу на квалитет одређеног онлајн курса. У том смислу, неопходно је вршити одговарајуће процене и поређења са конкурентским курсевима, како би се установило које то перформансе представљају предности одређеног курса, а које је потребно унапредити. Поред тога, пожељно је с времена на време дефинисати и позицију у односу на конкурентску понуду. Погодно средство за постизање наведеног циља могу бити методе вишекритеријумског одлучивања.</p> <p>У овој докторској дисертацији је предложена примена модела заснована на следећим методама вишекритеријумског одлучивања: EDAS, PIPRECIA и Interval valued triangular фази ARAS методама. Примена наведеног модела ће омогућити дефинисање кључних критеријума који су важни полазницима курсева и на основу којих одређују квалитет одређеног курса, као и дефинисање позиције курсева међусобним поређењем истих. У циљу уважавања неизвесности са којим је скопчано одлучивање,</p>

	уведени су и interval valued triangular фази бројеви, како би добијени резултати били што релевантнији и поузданији.
Датум одбране: (Попуњава накнадно одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	Председник: проф. др Миодраг Брзаковић, редовни професор; Факултет за примењени менаџмент, економију и финансије у Београду, Универзитет Привредна академија у Новом саду. Ментор: проф. др Дарјан Карабашевић, ванредни професор; Факултет за примењени менаџмент, економију и финансије у Београду, Универзитет Привредна академија у Новом саду; Члан: проф. др Братислав Предић, ванредни професор, Електронски факултет, Универзитет у Нишу.
Напомена:	Аутор докторске дисертације потписао је следеће Изјаве: 1. Изјава о ауторству; 2. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада; 3. Изјава о коришћењу. Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику.

KEY DATA ABOUT THE PAPER

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Krisztina Jauković Jocić, MSc
Mentor (title, first name, last name, position, institution)	Ph.D. Darjan Karabašević, Associate Professor; Specific scientific areas: General Management and Informatics; Faculty of Applied Management, Economics and Finance, Belgrade, University Business Academy in Novi Sad.
Title:	INFORMATION-COMMUNICATION RESOURCES EVALUATION BASED ON THE APPLICATION OF THE MCDM METHODS
Language of the paper (letter):	Serbian language (Cyrillic)
Physical description:	Number of : Pages: 154 Chapters: 7 References: 203 Tables: 73 Illustrations: 12 Graphs: 53 Appendices: -
Scientific/artistic field:	Management and business
Subject, Key words:	Online courses, e-learning, information technologies, MCDM, EDAS method, PIPRECIA method, ARAS-F method

Abstract (or
resume) in the
language of the
paper:

Development of the information-communication technologies have lead to the revolution and change the way of business performance in various areas. As a result, the education field did not stay immune to the mentioned changes and progressively the integration of the education process, and these technologies were performed. Consecvently, the development of the platforms for distance learning was performed as well as the organization of the different types of online courses. This way of learning has changed the role of the students who are now more actively involved in the education process. Besides, this way of learning esspecially fits to the elder group and the students who are not able to attend the classes form different reasons.

A great number of various online courses are offered today with the tendence of increasing. With the aim of enhancing the attractiveness of certain course, it is necessary to take into account different aspects that influence the quality of the particular online course. In that sense, performing the certain assessments and comparison with the competitive courses is necessary, in order to determine which performances are the advantages of the particular course, and which should be improved. Additionally, it is desirable to define the position relative to the competition from time to time Convenient tool for achieving the mentioned goal may be the Multiple-Criteria Decision-Making Methods.

This doctoral dissertation proposes the application of the model based on the following MCDM methods: EDAS, PIPRECIA and Interval-valued fuzzy ARAS. The application of the proposed model will enable determining the key criteria that are important for students and on which they determine the quality of the particular course, as well as the defining of the position of the courses by their comparing. With the goal of appreciation of the uncertainty of the decision-making, the interval-valued triangular fuzzy numbers are introduced, so the obtained results would be more relevant and reliable.

<p>Date of the thesis defence: (The faculty service fills later.)</p>	
<p>Thesis Defence Committee: (title, first name, last name, position, institution)</p>	<p>President: Ph.D. Miodrag Brzaković, Full Professor; University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Applied Management, Economics and Finance, Belgrade</p> <p>Mentor: Ph.D. Darjan Karabašević, Associate Professor; University Business Academy in Novi Sad, Faculty of Applied Management, Economics and Finance, Belgrade</p> <p>Member: Ph.D. Bratislav Predić, Associate Professor; Faculty of Electronic Engineering, University of Niš.</p>
<p>Note:</p>	<p>The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Statement of authorship; 2. Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical; 3. Statement of copyright licenses. <p>The paper and e-versions of Statements are held at the Faculty.</p>

САДРЖАЈ

УВОД-----	1
1. ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКИ ОКВИРИ РАДА -----	4
1.1. Предмет истраживања-----	4
1.2. Значај и актуелност истраживања -----	6
1.3. Основни циљ истраживања-----	8
1.4. Полазне хипотезе-----	9
1.5. Методологија истраживања -----	10
2. ИНФОРМАЦИОНЕ И КОМУНИКАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ-----	11
2.1. Појам, значај и теоријски приступ информационо-комуникационим технологијама-----	11
2.2. Интеграција информационих и комуникационих технологија у образовање -	21
2.3. Изазови и баријере примене информационих и комуникационих технологија у образовању-----	25
3. ОНЛАЈН УЧЕЊЕ-----	31
3.1. Традиционално насупрот онлајн учењу -----	31
3.2. Процес развоја онлајн курса-----	34
3.3. Основни елементи онлајн курса -----	39
3.4. Препреке и изазови онлајн учења -----	43
3.5. Обезбеђење квалитета онлајн курса-----	47
4. ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ-----	53
4.1. Развој вишекритеријумског одлучивања -----	53
4.2. Методе вишекритеријумског одлучивања -----	56
4.3. Примена вишекритеријумског одлучивања у области информационо- комуникационих технологија-----	59

4.4. Примена вишекритеријумског одлучивања у евалуацији онлајн курсева----- 62

**5 ЕВАЛУАЦИЈА КВАЛИТЕТА ОНЛАЈН КУРСЕВА ПРИМЕНОМ
ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА----- 64**

5.1. EDAS метода ----- 64

5.2. PIPRECIA метода ----- 67

5.3. ARAS-F метода ----- 69

5.3.1. Основни елементи теорије фази скупова----- 69

5.3.2. Вишекритеријумско групно доношење одлука ----- 77

5.3.3. ARAS метода ----- 78

5.3.4. Фази групно проширење ARAS методе ----- 79

6. ПРИМЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА ----- 83

6.1. Одређивање значаја евалуационих критеријума засновано на примени
PIPRECIA методе ----- 83

6.2. Приказ оцена испитаника предложених алтернатива ----- 101

6.3. Примена EDAS методе за рангирање алтернатива ----- 119

6.4 Примена ARAS-F методе за рангирање алтернатива ----- 121

7. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ----- 126

ЗАКЉУЧАК----- 134

ЛИТЕРАТУРА----- 136

УВОД

Евидентна је чињеница да свака генерација утиче на обликовање образовног процеса прилагођавајући га себи и условима у којима живи. Начини преношења знања и вештина који су се сматрали напредним и иновативним у, рецимо, XIX веку, данас се сматрају итекако застарелим и неподобним. Традиционални принцип образовања, који се заснива на примени „креде и табле“ као основног наставног средства, је из корена промењен са појавом савремених информационо-комуникационих технологија. Данас се не поставља само питање „Чему треба учити ђаке/студенте и у ком обиму?“, већ се поставља питање „Које расположиве информационо-комуникационе ресурсе применити у циљу што бољег пласмана и усвајања наставног материјала?“.

Информационо-комуникационе технологије поседују изузетан потенцијал који може допринети унапређењу како класичног начина извођења наставе тако и развоју нових облика. Континуална промена извођења и начина организације наставе је посебно очигледна последњих 20-ак година. Слободно се може констатовати да информационо-комуникационе технологије *„не представљају само кичмени стуб информатичког друштва, већ су важан катализатор и средство за подстицање реформи образовања које од студената стварају продуктивне образовне раднике“* (Pelgrum, 2001, стр. 163).

Један од ефеката примене информационо-комуникационих технологија у образовном процесу јесте и формирање платформи за даљинско учење (ДЛС платформе) као и организација разних типова онлајн курсева и обука. На тај начин, стицање неопходног знања и вештина постало је много комфорније јер полазници могу похађати предавања из удобности свога дома. Поред тога, развој оваквог вида учења има вишеструке позитивне ефекте а један од њих јесте неометано одвијање образовног процеса и у посебним, ванредним ситуацијама. У прилог наведеног говори и тренутна ситуација везана за изузетно брзо ширење вируса COVID-19 односно коронавируса те појава пандемије, што је довело до тога да се у већини земаља погођених наведеним вирусом организује онлајн настава.

Приликом креирања онлајн курсева потребно је водити рачуна о низу фактора који утичу на квалитет самог курса. У зависности од различитих критеријума који могу бити разложени на читав низ поткритеријума, зависиће и перцепција квалитета одређеног курса од стране корисника. Поставља се питање на који начин је могуће мерити значај критеријума као и њихов утицај на перцепирање квалитета и рангирање посматраног курса у односу на конкуренте. Одговор лежи у примени метода вишекритеријумског одлучивања.

Вишекритеријумско одлучивање представља део операционих истраживања и науке о менаџменту које је доживело изузетно брз развој и постало широко примењивано у последњих тридесетак година. Развијен је читав спектар метода које су коришћене као помоћ одлучивању у различитим областима живота и пословања. Поред основних метода, предложене су и одговарајуће екстензије, а све у циљу минимизирања могућности настанка грешака и уважавања реалних услова у којима се одлучивање реализује. Истраживања су показала да наведене методе омогућавају добијање реалних и релевантних резултата те се свакако могу сматрати корисним алатом који доприноси повећању поузданости донесених одлука и начињених избора.

Ова докторска дисертација је усмерена на изучавање интегрисања савремених информационо-комуникационих технологија и образовања. Поред наведеног, приказана је примена одговарајућих метода вишекритеријумског одлучивања у дефинисању значаја критеријума за евалуацију квалитета онлајн курсева те коначно рангирање посматраних онлајн курсева. Предложени вишекритеријумски модели могу бити користан алат креаторима онлајн курсева јер са релативно великом сигурношћу могу утврдити који аспекти посматраних курсева су посебно важни са аспекта корисника, шта су њихове предности а шта недостаци и каква је њихова позиција у односу на конкуренте. У раду ће бити указано на значај примене одговарајућих математичких модела који могу помоћи у унапређењу одлучивања, са једне стране, и квалитета понуђених онлајн курсева, са друге стране.

У циљу приказивања свега наведеног, докторска дисертација је организована на следећи начин. У првом поглављу су приказани теоријско-методолошки оквири истраживања. Други део рада је посвећен разматрању информационо-комуникационих технологија. Осврт на модерне облике учења и њихову различитост у односу на класичне облике приказан је у трећем делу рада. Четврти део рада обухвата појашњење вишекритеријумског одлучивања, док пети део садржи осврт на евалуацију онлајн

курсева применом метода вишекритеријумског одлучивања. Затим је у шестом делу приказана примена предложеног модела заснована на одабраним методама вишекритеријумског одлучивања. Осми део садржи дискусију резултата, а на крају следи закључак у коме је јасно прецизирано да ли су дефинисане хипотезе потвђене или оповргнуте.

1. ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКИ ОКВИРИ РАДА

1.1. Предмет истраживања

Већина спроведених истраживања на тему евалуације платформи за организацију и извођење онлајн курсева, платформи система за учење на даљину, односно информационо-комуникационих ресурса, показује да у поређењу са традиционалним приступима и даље нека питања остају отворена и да је за решавање истих потребна додатна пажња и фокус. Један од највећих изазова свакако јесте развој ефикасне, ефективне и интерактивне платформе за извођење онлајн курсева.

У циљу обликовања једне успешне платформе за онлајн учење, неопходно је посебну пажњу посветити њеним кључним компонентама. Прво, особито је важна мотивација полазника јер без тога и најбољи онлајн курс је бескористан и сувишан. Дакле, потребно је понудити „знање“ на пријемчив начин прихватљив за полазника. Следећа ставка, која је такође важна, јесте интерфејс полазника. Поред наведених, посебну пажњу је потребно посветити садржају одређеног курса и подели градива на одоварајуће мање целине прилагођене лакој овладавању њиме. Оно што је, такође, важно са аспекта полазника јесте лакоћа навигације, односно преласка са садржаја на садржај и лако сналажење на посматраној платформи. Коначно, ништа мање значајна, иако је наведена последња, је интерактивност односно комуницирање са предавачем. Све наведене компоненте се могу третирати као димензије које се могу разложити на више фактора на основу којих се може оценити квалитет једног онлајн курса и извршити његово рангирање у односу на друге.

Креирање онлајн курсева се управо и врши са циљем привлачења што већег броја заинтересованих полазника. Међутим, да би полазници похађали одређени курс, неопходно је да њихова очекивања буду испуњена у погледу перформанси истог. Дакле, тада се на тесту налазе све компоненте једног онлајн курса које обухватају и коришћење одређених информационо-комуникационих ресурса са једне стране као и

вештину презентације одређеног материјала са друге стране. С обзиром да се евалуација онлајн курсева врши на основу различитих критеријума који могу бити и међусобно супротстављени, примена метода вишекритеријумског одлучивања у процесу евалуације је сасвим оправдана и адекватна.

На основу свега претходно реченог, може се закључити да је предмет докторске дисертације под називом *„Евалуација информационо-комуникационих ресурса заснована на примени метода вишекритеријумског одлучивања“* испитивање начина на који је развој информационо-комуникационих ресурса утицао на измену и унапређење начина едукације. Посебна пажња је посвећена онлајн курсевима и дефинисању критеријума на основу којих се може извршити њихова евалуација у погледу квалитета и испуњености захтева полазника. Такође, размотрена је досадашња примена метода вишекритеријумског одлучивања у евалуацији информационо-комуникационих ресурса уопште и онлајн едукацији посебно.

1.2. Значај и актуелност истраживања

Последњих година, у економији заснованој на знању исказује се све већа тражња за иновативним начинима пружања образовања, што је условило и драматичне промене у технологијама учења. Присутна је потреба за стицањем нових знања и вештина на благовремен и ефикасан начин. Развој и унапређење рачунарских и мрежних технологија наведено и омогућавају због тога што пружају разна средства и алате за персонализоване, флексибилне и портабилне учење (Zhang et al., 2004).

Информационо-комуникациони ресурси обухватају производе намењене чувању, процесуирању, преношењу, конвертовању, копирању или прихватању електронских информација. У наведене ресурсе можемо сврстати: софтверске апликације или оперативне системе, платформе за учење на даљину, телефоне и остале телекомуникационе производе, видео опрему и мултимедијалне производе (видео траке, CD, DVD и сл.), мејлове и веб сајтове, фотокопир и факс машине и рачунарски хардвер. Развој наведених ресурса довео је до измене начина пословања односно комуницирања са клијентима односно корисницима услуга. Проток информација је постао бржи, постојећи и потенцијални корисници захтевнији, а промене пословног амбијента брзе и константне. Поред користи које су информационо-комуникациони ресурси донели својим развојем, неизбежно су изазвали и промене у традиционалном начину пословања у многим областима па и у образовању.

Развој информационо-комуникационих технологија, пре свега онлајн окружења усмерених на учење као и повезивање посредством Интернета, променио је и начин комуницирања на релацији предавач-полазник или студент-професор (Tang & Austin, 2009). У том смислу, едукација не обавезује предавача и полазника да физички буду присутни у одређеном периоду времена, већ се тај процес може одвијати у различито време и на различитом месту. Превазилажење класичног начина предавања које подразумева коришћење “креле и табле” и увођење нових технологија у наставни процес не доводи аутоматски и до повећања степена усвајања презентованог градива од стране полазника - студената. Полазници – студенти су се и сами променили тако да начини презентовања градива који су одговарали нпр. генерацији X (особе рођене у периоду 1965.-1979.) неће одговарати миленијалцима (особе рођене у периоду 1980.-1994.) или генерацији Z (особе рођене у периоду 1995.-2015.). Зашто је посебно

интересантна генерација Z? Зато што су припадници наведене генерације рођени када је примена ИКТ доживљавала свој узлет и зато што је њихово одрастање и живот обележен применом различитих ресурса овог типа. Имајући у виду претходно речено, јако је важно онлајн курсеве прилагодити потребама жељених корисника. За евалуацију сервиса за онлајн учење у циљу унапређења њиховог квалитета, многи аутори су предложили примену ВКО метода (нпр. Chao et al., 2009; Lin, 2010; Jain et al., 2016; Kurilovas & Vinogradova, 2016).

Иатраживање приказано у овом раду треба да оствари двојак утицај и то на друштвеном и научном нивоу. Са друштвеног аспекта, предложени модел евалуације сервиса за онлајн учење, омогућиће професионалцима да на лак и једноставан начин дефинишу који то аспекти курсева које нуде нису у складу са захтевима полазника. На тај начин ће бити у могућности да пажњу посвете оним перформансама сервиса које је неопходно унапредити и прилагодити захтевима корисника. Евалуација може бити спроведена на два нивоа и то: (1) од стране полазника – корисника услуге, и (2) од стране стручњака из праксе. На тај начин ће бити добијена комплетна слика позиције коју заузима један онлајн сервис за даљинско учење у односу на конкуренцију као и које су то карактеристике које представљају компаративну предност истог. Такође, овај модел није применљив само у области евалуације перформанси учења на даљину већ се може успешно применити и у другим областима пословања и одлучивања.

Са научног аспекта, ова докторска дисертација приказаће потенцијале модела вишекритеријумског одлучивања заснованог на PIPRECIA, Interval valued triangular фази ARAS и EDAS методама за примену у области евалуације сервиса за даљинско учење. Поред тога, евалуација заснована на већем броју испитаника који чине корисници наведене врсте услуга допринеће повећању поузданости и валидности добијених резултата. Поузданост донесених одлука као и резултата евалуације расположивих алтернатива у било којој области пословања па и у области образовања заснованог на примени савремених информационо-комуникационих технологија биће веће уколико се исте заснивају на примени адекватних математичких метода и модела.

1.3. Основни циљ истраживања

Научни циљ ове докторске дисертације укључује дескрипцију примене метода вишекритеријумског одлучивања у евалуацији платформи за организацију и извођење онлајн курсева. Уз то, научни циљ јесте и указивање на предности коришћења метода вишекритеријумског одлучивања као корисног средства за евалуацију понуђених онлајн курсева и успешног дефинисања параметара који су задовољавајући и оних које је неопходно унапредити. Поред наведеног, циљ је и предложити такав модел вишекритеријумског одлучивања заснованог на PIPRECIA, Interval valued triangular фази ARAS и EDAS методама који ће омогућити реализацију евалуације на једноставан и разумљив начин. Увођењем фази бројева у модел неизвесност која је карактеристична за окружење у коме се процес одлучивања реализује биће уважена у највећој могућој мери, а самим тим ће и добијени резултати евалуације бити поузданији. С обзиром на то да су методе вишекритеријумског одлучивања коришћене у процесу одлучивања у различитим областима пословања, примена наведене комбинације метода допринеће поједностављењу и унапређењу одлучивања и евалуације и у области онлајн едукације.

Друштвени циљ ове докторске дисертације је указивање на то да примена метода вишекритеријумског одлучивања за евалуацију информационо-комуникационих ресурса омогућава организацијама да знају одговоре у ком смеру треба даље да развијају платформе за извођење онлајн курсева, како би исте биле што ефективније, ефикасније и интерактивније са полазницима. Организације су у том случају у могућности да креирају сервисе за online учење по мери корисника што ће им обезбедити не само очување већ и повећање конкурентске предности на тржишту.

1.4. Полазне хипотезе

На почетку је неопходно дефинисати главну и одређени број помоћних хипотеза које ће пружити смернице за предузимање самог истраживања. На наведени начин ће бити омогућена реализација постављених циљева те остваривање очекиваних научних резултата. У конкретном случају, постизање постављених циљева и предвиђених резултата засновано је на следећој главној хипотези:

Уколико је евалуација информационо-комуникационих ресурса заснована на примени одговарајућих метода вишекритеријумског одлучивања, утолико се са већом прецизношћу и поузданошћу могу дефинисати кључне предности и недостаци одређеног сервиса у односу на конкурентске.

Главна хипотеза поткрепљена је помоћним хипотезама које гласе:

Уколико је евалуација информационо-комуникационих ресурса заснована на сету пажљиво одабраних критеријума, утолико ће коначни резултати бити меродавнији.

Уколико је у процес евалуације укључен већи број корисника одређеног сервиса, утолико ће слика о предностима и манама посматраног сервиса бити комплетнија.

Уколико се у процес евалуације информационо-комуникационих ресурса укључе фази бројеви, утолико ће неизвесност која је иманентна свакој врсти одлучивања бити уважена у задовољавајућој мери.

У циљу доказивања односно оповргавања наведених хипотеза примењена је одговарајућа методологија истраживања о којој ће више бити речи у наредним редовима.

1.5. Методологија истраживања

Истраживање ће бити засновано на примени следећих основних и општенаучних метода:

Аналитичка метода. Биће извршена анализа релевантне научне литературе везане за информационо-комуникационе ресурсе, кључне евалуационе критеријума као и примену метода вишекритеријумског одлучивања

Метода компаративне анализе. Наведена метода ће бити примењена у циљу утврђивања метода које су биле коришћене у евалуацији информационо-комуникационих ресурса и остварених резултата.

Емпиријска метода. Уз помоћ ове методе биће извршено поређење теоријских и искуствених аспеката у посматраној области.

Методе индукције и дедукције. На основу искуствених чињеница и већ постојећих ставова биће формулисана нова сазнања везана за евалуацију информационо-комуникационих ресурса, што ће бити постигнуто на основу примера везаног за оцену онлајн курсева.

Методе вишекритеријумског одлучивања:

EDAS метода. Метода вишекритеријумског одлучивања коју је предложио Keshavarz et al. (2015) биће примењена за коначну евалуацију и рангирање посматраних алтернатива.

PIPRECIA метода. Релативно нова метода вишекритеријумског одлучивања предложена од стране Stanujkic et al. (2017), која је једноставна и изузетно погодна за примену у условима групног одлучивања. Наведена метода биће искоришћена за одређивање значајности евалуационих критеријума.

Interval valued triangular фази ARAS метода. Метода вишекритеријумског одлучивања коју је предложио Stanujkic (2015) биће примењена за коначну евалуацију и рангирање посматраних алтернатива. Увођењем фази бројева биће инкорпорирана и неизвесност која је неодвојиви део сваког одлучивања.

2. ИНФОРМАЦИОНЕ И КОМУНИКАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

2.1. Појам, значај и теоријски приступ информационо-комуникационим технологијама

Термин информационе и комуникационе технологије (енг. Information and Communication Technology, скр. ICT) користи се наизменично са циљем обухвата читавог спектра постојећих и потенцијалних информационих и комуникационих технологија које се користе, укључујући рачунаре, уређаје за личну комуникацију, дигиталне видео и звучне системе, е-пошту, Интернет, итд. (Davison, 2005).

У новије време, револуција информационих и комуникационих технологија (ИКТ) одвијала се брзим темпом. Изузетно брз и динамичан развој информационих и комуникационих технологија условио је значајне промене у личном, друштвеном и радном животу људи. Тренутно људи живе у информационом друштву које се ослања на употребу информационих и комуникационих технологија, које је такође и друштво знања, нематеријалног капитала и учења, у којем се напредак заснива на знању и креативности (Plomp и сар., 2009; Hammed, 2014).

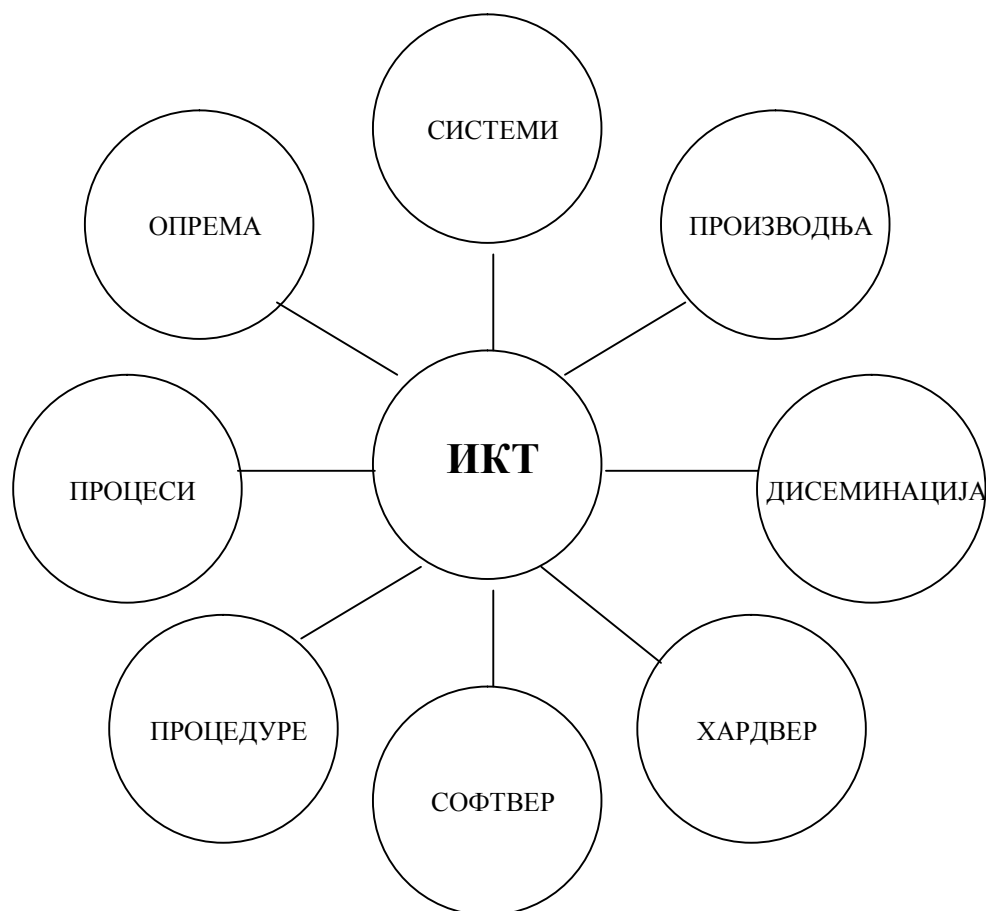
Дакле, информационе и комуникационе технологије представљају шири појам од информационих технологија (ИТ) у коме је посебно истакнута улога и значај интеграције комуникације, телекомуникација и рачунара, као и неопходног софтвера, складишних и аудиовизуелних система који корисницима дају могућност приступа, складиштења и даљег манипулисања информацијама (Murray, 2011).

Распрострањена употреба информационих и комуникационих технологија у свим областима има директан утицај и на начин на који се свет посматра. Перманентна присутност телематских мрежа у свим областима живота омогућава неограничен приступ информацијама и флексибилност временских и просторних баријера.

Изузетно брз развој информационих и комуникационих технологија условио је настанак многих дефиниција које се односе на различите аспекте, а које укључују економски развој, образовање, ИТ, пословање и личну употребу. Свакако, изазов дефинисања информационо-комуникационих технологија у универзалном смислу постаје очигледан када се узме у обзир различита примена термина информационо-комуникационе технологије у више различитих контекста. Иако је термин информационе и комуникационе технологије пронашао своју примену у различитим контекстима, није се још увек дошло до потпуног одговора на развој оквира за хијерархијску класификацију у којима се представљају емпиријске дефиниције и примене термина (Zuppo, 2012).

Labelle (2010) посматра информационе и комуникационе технологије као опрему, процесе, процедуре и системе који се користе за пружање и подршку информационим системима (компјутеризованим и мануелним) унутар организације. Највећа намена ИКТ је да помогне људима да комуницирају ефективније и ефикасније, притом укључујући производњу, ширење и разумевање информација. Са друге стране, Ајетасу et al. (2019) истиче да су информационе и комуникационе технологије један свеобухватан концепт који означава не само једну технологију, већ скуп технологија попут опреме, телекомуникационе опреме, опреме за обраду података, полупроводника, потрошачке електронике итд. Kude (2016), пак, истиче да термин информационе и комуникационе технологије укључује било који комуникациони уређај или апликацију, обухватајући рачунаре и мреже, хардвер и софтвер, сателитске системе итд., као и разне услуге и апликације повезане са њима.

Слика 1 приказује различите аспекте дефинисања информационо-комуникационих технологија.



Слика 1. Дефиниција ИКТ

Извор: прилагођено према: Tinio (2002); Surjono & Gafur (2010); <http://pascapbi-3a.blogspot.com/2017/01/reviewing-ict-based-class-in-indonesia.html>.

У наставку ће бити дат преглед дефиниција информационих и комуникационих технологија:

- ИКТ представљају израз који укључује све видове технологија за комуникацију информација. Обухвата: било који медијум који се користи за „снимање“ информација (магнетни диск/трака, оптички диск – CD/DVD, флеш меморија и сл.); технологију за емитовање информација (радио, телевизија, било која технологија за комуникацију путем гласа и звука и слика – микрофон, камера, звучник и сл.) (Lubbe & Singh, 2009).
- ИКТ се углавном односе на оне технологије које се користе за приступање, прикупљање, манипулисање и представљање или преношење информација. ИКТ технологије могу да укључују: хардвер (нпр. рачунаре и друге уређаје); софтверске апликације; и повезивање (нпр. приступ Интернету, локалној мрежној инфраструктури, видеоконференције). Управо оно што је најважније у

вези са ИКТ-ом јесте растућа конвергенција рачунарски заснованих, мултимедијалних и комуникационих технологија, као и брза стопа промена која карактерише технологије и њихову употребу (Тоomeу, 2001; Lloyd, 2005).

- ИКТ представљају све уређаје, мрежне компоненте, апликације и системе који се комбинују и притом омогућавају људима и организацијама (предузећима, непрофитним организацијама, владама и сл.) интеракцију у дигиталном свету (Dogra & Kale, 2020).
- ИКТ подразумевају употребу рачунара и друге електронске опреме за чување и слање информација (Cambridge advanced learners' dictionary, 2003).
- ИКТ представљају израз који описује општу обраду и комуникацију информација путем технологије. Укључује бројне технологије попут: мобилне технологије, електронске поште, двосмерних инстант порука, соба за четовање, блогова, личних веб страница, Интернет рејтинг система за куповину, преузимања слика, аудио и видео записа и видео игара (DaCosta et al., 2011).
- ИКТ се односе на две главне компоненте: информационе технологије (ИТ) и комуникационе технологије (КТ). ИТ најчешће подразумева хардвер и софтвер рачунара, док се КТ односи на Интернет комуникацију (Mamun et al., 2017).
- ИКТ се дефинишу као разноврстан скуп технолошких алата и ресурса који се користе за комуникацију, креирање, ширење, чување и управљање информацијама (Kaware & Sain, 2015).
- ИКТ представљају шири појам који укључује комуникационе уређаје, разне услуге, видео конференције, онлајн учење итд., како би се корисницима омогућио приступ, складиштење, преношење и манипулација информацијама (Tazhina, 2020).
- ИКТ представљају комбинацију технолошких алата и ресурса који се користе за манипулисање и преношење информација (Kaware & Sain, 2015).
- ИКТ се односе на оне технологије које електронски снимају, преносе и приказују податке и информације и укључују све уређаје, апликације и мрежне елементе који омогућавају организацијама, као и људима да се конектују у дигиталном свету (Nanda & Randhawa, 2019).

- ИКТ укључују низ технологија које се користе за креирање, снимање, складиштење и приступ информацијама као и подршку људској комуникацији и интеракцији (Hai-Jew, 2011).
- ИКТ укључују технологије као што су: десктоп и лаптоп рачунари, софтвер, периферни уређаји и приступ Интернету, а које су намењене за испуњавање функција обраде информација и комуникацију (Olatokun, 2009).
- ИКТ су електронске и неелектронске технологије и инфраструктурни системи који се користе за креирање, складиштење, манипулацију, преузимање, комуникацију и дисеминацију информација (Мејјуни & Obilade, 2006).
- ИКТ се могу дефинисати као технолошко средство за прикупљање (улаз / сакупљање), коликацију (обрада / анализа) и преношење (излаз / пренос) информација путем технологије (Ајауи, 2009).
- ИКТ представљају инфраструктуру и компоненте које омогућавају савремено рачунарство. Најчешће се подразумевају сви уређаји, мрежне компоненте, апликације и системи који у комбинацији и међусобној интеракцији омогућавају људима и организацијама да комуницирају у дигиталном свету (Wardell et al., 2020).
- ИКТ се односе на различите облике технологије, попут рачунара, дигиталних облика комуникације, образовних и социјалних алата који омогућавају комуникацију и сарадњу међу корисницима (Steinke & Bryan, 2014).
- Verce et al. (2008) дефинише ИКТ као микс хардвера (опреме), софтвера (оперативни систем, апликације, итд.) и комуникационих средстава (локалне мреже, мреже широког подручја и окоснице, комуникациони протоколи, итд.)
- ИКТ се може посматрати и као грана инжењеринга која се бави употребом рачунара и телекомуникационе опреме за чување, преузимање, пренос и манипулацијом података (Daintith & Wright, 2010).
- Wang и Woo (2007) су, такође, дефинисали ИКТ као средство и наводе да ИКТ може бити хардвер (рачунари, дигитални фотоапарати), софтвер (као што је Excel, форуми за дискусију) или обоје.
- ИКТ укључују све облике еволуирајућих технологија које помажу у олакшавању прикупљања информација, као и обраде, коришћења, преноса, складиштења,

проналажења, дељења, интерпретације и усвајања. То најчешће укључује: мобилне уређаје, рачунаре, таблете, подкаст, Интернет, скенере, штампаче, LCD-ове, свеprisутно рачунарство, као и низ технологија које тек треба да буду развијене (Adedokun-Shittu & Shittu, 2015).

Битно је истаћи да не постоји универзална дефиниција информационих и комуникационих технологија, јер се концепти, методе и примене које су укључене у ИКТ, развијају на дневном нивоу. Ширину ИКТ укључује сваки производ који ће се дигитално складиштити, манипулисати и примити електронску информацију у дигиталном облику. Дакле, оно што је својствено за већину дефиниција јесте да се односе на све уређаје који људима и организацијама омогућавају интеракцију у дигиталном свету.

Развој информационих и комуникационих технологија имао је огроман утицај на живот људи, као и на то како је организован рад, слободно време и друштво. Са аспекта животне средине, досадашњи развој је био двоструко оријентисан. С једне стране, ИКТ су на пример омогућиле дематеријализацију музике и књига и омогућиле комуникацију без путовања. С друге стране, чини се да је развој ИКТ-а повећао продуктивност, што је довело до још јефтинијих производа и подстакло креирање потрошачког друштва (Höjer & Wangel, 2015).

Најбољи пример повећане употребе и важности информационих и комуникационих технологија је свеprisутна употреба рачунара као радног алата и замена многих традиционалних начина рада, као што су меморандуми, са онлајн комуникацијом путем е-поште. Такође, дошло се до сразмерног раста употребе технологија за подршку учењу, подстакнутог повећаном употребом „све-у-једном“ (all-in-one) софтвера, попут виртуелног окружења за учење. Такође је дошло и до повећања количине и разноврсности ресурса за подршку учењу и истраживању, кроз специјализоване гејтвеје и портале. Врсте софтверских алата, хардверских система и мрежног окружења такође су повећане у разноврсности и сложености, а сада су доступни и алати који подржавају све, од управљања публикацијама у истраживањима до онлајн процена и праћења.

Примена информационих и комуникационих технологија је веома раширена и заступљена је у готово свакој индустрији. Имајући у виду да се најчешће ИКТ односи на обраду и преношење информација, наведени сегменти су повезани са скоро свим активностима у некој организацији.

2.2. Значај информационо-комуникационих технологија за образовање

Улога информациононих и комуникационих технологија постаје све важнија у свим аспектима живота (образовање, рад, забава, здравље и сл.). Компетентност у области ИКТ подразумева стицање потребних вештина током образовања. ИКТ имају значајну улогу у обради информација и њиховој трансформацији у знање, што је основни услов да грађани постану ефикасни учесници у информационом друштву (Grimus, 2007).

Експериментална примена рачунара као наставног средства спроведена је још онда када су рачунари први пут развијени, тачније, тек након развоја микрорачунара. Након тога, рачунари су убрзо постали битан део наставне опреме у школама, посебно у Сједињеним Америчким Државама, многим западноевропским земљама и неким азијским земљама са високим животним стандардом (Collis et al., 2013; Sinko & Lehtinen, 1999).

Када се у образовању говори о коришћењу нових технологија, на које технологије се тачно мисли? Унутар образовања и ван њега, различити појмови се користе за описивање нових појава. Потребно је разумети како и на који начин нове технологије могу да утичу на нас (Lakoff & Johnson 1980; Lawler, 1995).

Образовање је конститутивни елемент друштва знања и глобалне економије знања, уколико је све уоквирено и структурирано у складу са информациононим и комуникационим технологијама. Такође, приметно је да ИКТ интеграција може помоћи да се образовање учини доступнијим и приступачнијим, али истовремено може променити културни контекст образовања, као и језик учења (Pulkkinen, 2007).

У последњој деценији улога студента у високом образовању и образовању уопште се променила. Од пасивног пријема знања приликом традиционалних предавања у учионицама, студенти се сада суочавају са дигиталним учењем где им се нуди асинхрони рад, како индивидуално, тако и групно. Асинхрони рад у онлајн окружењу пружа студентима прилику да комбинују образовање са послом, породичним и другим обавезама (Hrastinski, 2008).

Као резултат пролиферације информациононих и комуникационих технологија у друштву, образовни програми светских организација наглашавају улогу ИКТ-а у

трансформацији наставе и учења. Постоји снажан фокус на развој политике ИКТ-а и интеграцији ИКТ-а у наставни план и програм у целом образовном сектору. Међутим, иницирати креативну употребу ИКТ-а у процесу учења подразумева мотивацију наставног кадра и студената да успоставе ИКТ као средство у својој свакодневној наставној пракси.

Данас, ИКТ (посебно Интернет) игра веома важну улогу у процесу интегрисања технологије у образовне активности. Значај ИКТ-а је: учење усмерено на студенте, подршка изградњи знања (учење конструктивизма), мотивација за учење, развијање вештина размишљања вишег нивоа и развијање ставова за решавање проблема (Kawate & Sain, 2015). Такође, бројне студије су показале да ИКТ могу значајно побољшати резултате у образовању и образовном процесу (Barak & Usher, 2019; Barak et al., 2016; Wang et al., 2015).

Информационе и комуникационе технологије у образовању подразумевају технологију која се састоји од електронских уређаја и повезаних интерактивних материјала који кориснику омогућавају да их користи, како за широк спектар процеса учења, тако и за сврху личне употребе. Ове технологије укључују рачунаре, Интернет, радиодифузне технологије (радио и телевизија) и телефонију (Kawate & Sain, 2015).

Настава постаје једна од најизазовнијих професија у друштву, где се знање брзо шири и велики део знања је доступан, како ученицима тако и наставницима. Савремени развој иновативних технологија, пружио је нове могућности наставним професијама, али је истовремено поставио више захтева наставном кадру и студентима да користе нове технологије у процесу предавања и учења. Вештина и став студената и наставног кадра одређује ефикасност интеграције технологије у наставни план и програм. У тренутку када наставни кадар и студенти буду развили потребне вештине по питању интеграције технологије у процес предавања и учења, онда могу даље да демонстрирају њену употребу другима.

Newhouse (2002) напомиње, да коришћење ИКТ-а позитивно утиче и побољшава процесе учења и крајње исходе. Такође, износи тврдње да су окружење у којем се учи, педагошки приступ и садржај наставног плана и програма кључни за ефикасно коришћење ИКТ-а у процесу учења. Међутим, наставни кадар и студенти морају бити сигурни у своје знање, што подразумева и основну ИКТ писменост, а све са циљем ефикасне интеграције ИКТ-а и програма учења. Велики број студија је показао да су

студенти често више ангажовани и мотивисани да уче када користе релевантне ИКТ за подршку одређеном „наменском“ учењу. Такође, Peters (2000) наглашава да један од циљева употребе ИКТ-а за подршку учењу јесте да се ученици подстакну на индивидуално учење, као и да се самостално организују и да процене сопствена постигнућа у учењу.

За наставни кадар и студенте доступност савремених рачунара, периферних уређаја, умрежавања и ресурса у све разноврснијем распону технологија је суштински део учења и наставе у 21. веку. ИКТ представља допринос у процесу учења који би требао помоћи у постизању бољег резултата учења. Доступност ИКТ ресурса свакако може побољшати учење, чинећи образовање мање зависним од различитог квалитета наставног кадра, притом и чинећи образовање доступним код куће током дана у било које време. ИКТ могу позитивно и значајно извршити трансфер знања на студенте. Штавише, доступност и употреба ИКТ-а може помоћи студентима да искористе огромне могућности за прибављање информација у сврху учења, а самим тим и повећати капацитет за учење путем комуникације (Riel, 1998).

Информационе и комуникационе технологије несумњиво пружају позитиван утицај на процес учења и рад студента, у тренутку када постану кључни интегративни елемент како у учионици тако и у настави. Доступност визуелне дигиталне технологије (анимације, симулације и покретне слике) укључује студенте и појачава концептуално разумевање. Употреба ИКТ-а такође подстиче развој од модела усмереног на наставни кадар на модел који је више фокусиран на студента у којем студенти раде тимски, доносе сопствене одлуке и активно учествују у учењу (Bennett & Dunne, 1991). Са друге стране, већа доступност ИКТ-а је посебно корисна за студенте који пате од тешкоћа у учењу, јер употреба ИКТ-а омогућава наставницима да припреме ефикасније одговарајуће задатке сходно индивидуалним потребама сваког појединца (Davis, 2000).

Већа доступност и употреба информационих и комуникационих технологија омогућава студентима да детаљније истраже реални свет. Знатно лакше приступају изворима информација изван учионице и могу користити алате за анализу и интерпретацију таквих информација. Информацијама се може приступити путем мрежних система или преко система за евидентирање података. Технологије им омогућавају да добију повратне информације, побољшају своје разумевање, изграде нова знања и пребаце се из школе у окружење које није школско. У прошлости је то било тешко обезбедити због логистичких ограничења и количине материјала који ће се

обухватити, а што се сада може решити ИКТ-ом. Оно чему студенти углавном посвећују пажњу на путу да постану ИКТ писмени јесте овладавање компонентама ИКТ-а и њиховим функцијама. Грешка је претпоставити да ће студенти, ако упампте хардверске делове и софтвер, уједно бити у стању и да их разумеју и користе.

Laurillard (1994) је више пута демонстрирао да контекст употребе информacionих и комуникационих технологија одређује какве ефекте може имати на учење и да је изузетно тешко одвојити употребу нових технологија од контекста њихове употребе. Студенти такође брже уче, демонстрирају веће задржавање пажње и боље су мотивисани да уче када чешће користе рачунаре. Пошто је употреба технологије у потпуности интегрисана у шири систем учења, врло је тешко изоловати технолошку варијаблу и утврдити да ли су неки примећени резултати последица употребе технологије или неког другог фактора или комбинације фактора (Kennewell и сар., 2002).

Већина индустријализованих земаља (нпр. Велика Британија, САД, Сингапур и Јужна Кореја), као и све већи број земаља у развоју (нпр. Етиопија, Естонија и Чиле) креирали су детаљне националне стратегије по питању ИКТ-а за образовни сектор. ИКТ стратегије су креиране са истим циљем, а то је: подршка даљем коришћењу и развоју ИКТ-а за наставу и учење у основном, средњем и високом образовању. Фокус наведених политика се у великој мери заснивао на унапређеном приступу и садржајима у школама, захтевајући значајна улагања у доступност рачунара и приступ Интернету. Знатни ресурси су, такође, уложени и у пружање обуке за наставнике у ИКТ и ревизију наставног плана и програма за подршку код укључивања ИКТ технологије у окружење за учење (Hammed, 2014).

Улога информacionих и комуникационих технологија у образовању је све значајнија и постаје неизбежна. Брзе промене технологије указују на то да ће улога ИКТ-а у будућности изузетно порастати у сегменту образовања. ИКТ такође утиче и на модификацију улоге наставног кадра. Поред традиционалних предавања, они ће имати и друге вештине и одговорности (Kaware, & Sain, 2015).

Неоспорно је да су информационе и комуникационе технологије из корена измениле традиционалне приступе учењу и да представљају нови изазов за образовну заједницу, изазов који настаје заједно са новим окружењима и модалитетима учења и усвајања знања.

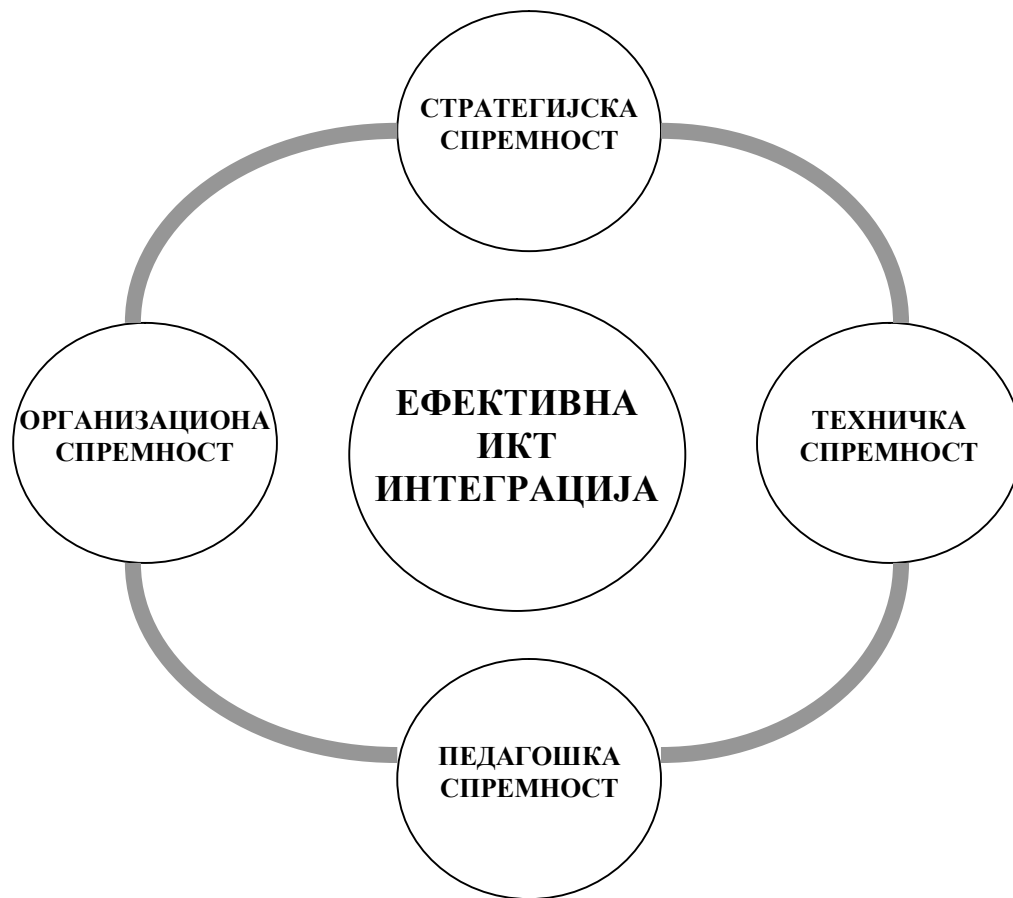
2.2. Интеграција информационих и комуникационих технологија у образовање

Широм света приметан је брз процес еволуције потреба за информационом капацитетима у погледу количине, квалитета и приступа информацијама. Процес информисања и комуникације као и преношење информација постао је тако брз да се проширио по целом свету. Претходно наведено утицало је на животе људи и довело до радикалне промене у области образовања. Према томе, образовни процес је постао ефикаснији, значајнији и продуктивнији. Напредак у дигиталној технологији створио је многе путеве за учење и усвајања знања. Путем интеграције информационих и комуникационих технологија у образовање, одвија се активно учење, дискусија, дељење идеја, непосредна повратна информација и једноставни приступ дигиталном садржају. У овом компетитивном свету, будућност образовног сектора заснован је на познавању ИКТ-а. Информације су постале изузетно доступне и преносиве са било ког места у свету. Такође, образовање је досегло до готово свих делова света и зато је ИКТ постао саставни део живота људи у свим аспектима (Trehan & Trehan, 2019).

Интеграција информационих и комуникационих технологија и образовања један је од водећих аспеката образовања у Европи и другим развијеним земљама током последње две деценије. Већина земаља које припадају Организацији за економску сарадњу и развој (ОЕЦД) су у својим стратешким плановима подвукле да ће информационе и комуникационе технологија бити покретачка снага за развој њихових друштава у будућности. Такође, већина земаља у развоју препознаје бенефите и предности интеграције ИКТ-а у својим националним плановима за образовање и стратегијама смањења сиромаштва. Несумњиво постоји широки консензус да су образовање, наука и иновације, као и информационе и комуникационе технологије у средишту друштвено-економског развоја (Pulkkinen, 2007).

У одређеним истраживањима идентификовани су фактори који утичу на ефективну инкорпорацију информационих и комуникационих технологија у образовање. Такође, приметно је да се боља интеграција ИКТ-а и образовања постиже када се следећи фактори не занемаре: стратегијска спремност, педагошка спремност,

организациона спремност и техничка спремност. На **слици 2** су приказане компоненте ефективне интеграције ИКТ-а и образовања.



Слика 2. Компоненте спремности за интеграцију ИКТ

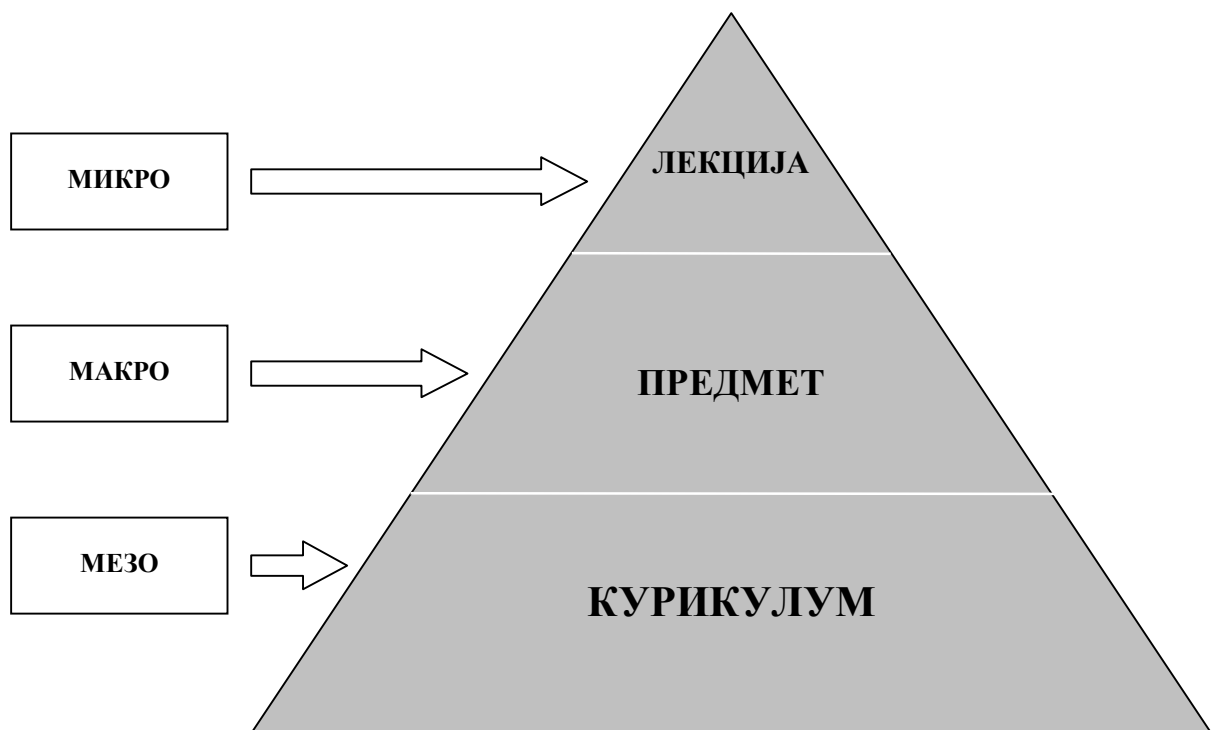
Извор: прилагођено према: Saud et al. (2011).

Интеграција информационих и комуникационих технологија се често дефинише као процес примене било којих ИКТ-а (укључујући ресурсе на Интернету, мултимедијалне програме, предмете за учење и друге алате) са циљем побољшања учења студената (Wang & Woo, 2007). Иако примарна функција употребе ИКТ није само у области образовања, може се рећи да су информационе и комуникационе технологије и алат за остваривање циљева учења (Altun et al., 2011).

Интеграција пружа осећај потпуности или целовитости (Earle, 2002) помоћу којег се сви битни елементи система неприметно комбинују и чине целину. Приликом правилно израђене интегрисане ИКТ лекције, ИКТ и друге кључне образовне компоненте, попут садржаја и педагогије, обједињене су у једну целину. Уколико би се интегративни елемент ИКТ-а одузео, квалитет предавања би се несумњиво смањιο (Jhurree, 2005; Earle, 2002).

Ефикасна интеграција ИКТ-а и процеса учења има велики потенцијал да укључи и ангажује у већем обиму студенте. На пример, коришћење мултимедија за представљање аутентичних и лоше структурираних проблема у учењу заснованом на проблемима може мотивисати и покренути студенте и на тај начин развити њихове вештине решавања проблема (Savery & Duffy, 1995). У том смислу, ИКТ могу да подрже различите видове интеракције: студент-садржај, студент-студент, студент-предавач и студент-интерфејс (Chou, 2003). Наведени видови интеракција чине процес учења интерактивнијим, а студенте активнијим и ангажованијим (Wang & Woo, 2007).

На **слици 3** су приказане области интеграције информационих и комуникационих технологија.



Слика 3. Области интеграције информационих и комуникационих технологија

Извор: прилагођено према: Wang & Woo (2007).

У зависности од подручја и обима покривеног садржаја, ИКТ интеграција се може десити у три области: курикулум тј. наставни план (макро) – експлоатација ИКТ-а у циљу подршке целокупног садржаја и искуства комплетног наставног плана; предмет тј. тема (мезо) – примена ИКТ-а у одређеним ситуацијама са циљем допуњавања учења студената; лекција (микро) - примена ИКТ-а у једној или више лекција у циљу подршке и помоћи студентима да боље разумеју одређене концепте, као што је приказано на **слици 3**. Укључење информационих и комуникационих технологија у подручје

наставног програма обично захтева да ИКТ подрже значајну количину предметног садржаја (Wang & Woo, 2007).

Интеграција информационих и комуникационих технологија и образовања и даље захтева озбиљне напоре. Иако су фактори, визије и перцепције наставног особља добри, неки кључни и основни фактори су и даље проблематични, попут фактора који се тичу компетенција наставног кадра, недостатка времена, недостатка техничке подршке и недостатка ефикасног софтвера за учење (Sokku & Anwar, 2019).

Постоји огроман потенцијал да студенти у наставном процесу искористе моћ информационих и комуникационих технологија и да побољшају квалитет предавања и учења (Lawrence & Tar, 2018). Међутим, разумно је и рећи да једноставно увођење ИКТ-а у образовање не гарантује његову успешну интеграцију ако наставни кадар не поседује компетенције у погледу примене ИКТ-а као и ставове који су неопходни за интеграцију у наставни процес. Технологија сама по себи не може донети промене у образовању, утицај на образовање се може догодити само путем људи који ту технологију користе (Wang & Dostál, 2017).

2.3. Изазови и баријере примене информационих и комуникационих технологија у образовању

Употреба информационих и комуникационих технологија у образовању је врло важна, јер пружа могућности студентима да уче и усвајају знања у информационом друштву. Проучавање изазова и препрека за употребу информационих и комуникационих технологија у образовању може помоћи наставном кадру да превазиђе баријере како би у будућности постали успешни у примени информационих и комуникационих технологија (Bingimlas, 2009).

Упркос свим предностима интегрисања информационих и комуникационих технологија и образовања, њихова примена и даље представља велики изазов за наставнике (Villalba et al., 2017; Villalba & González-Rivera, 2016). Једно од најзначајнијих питања и највећих брига професора/предавача везана за информационе и комуникационе технологије, јесте стицање потребних знања и компетенција. Многи професори/предавачи сматрају да им недостају обуке и тренинзи по питању употребе нових медија и средстава за обраду информација.

Иако се драгоцене лекције могу научити из најбољих пракси широм света, не постоји ниједна формула за одређивање оптималног нивоа укључења информационих и комуникационих технологија у образовни систем. Сходно томе, када је реч о изазовима, битно је имати у виду следеће (Tinio, 2003):

1. Импликације у образовању, образовне политике и планирање засновано на информационим и комуникационим технологијама. Покушаји да се побољша и реформише образовање путем ИКТ-а захтевају јасне и специфичне циљеве, смернице и временски ограничене циљеве, мобилизацију неопходних ресурса и политичку посвећеност на свим нивоима. У наставку су наведени неки битни елементи планирања за ИКТ: 1) Строга анализа постојећег стања образовног система. Интервенције засноване на ИКТ-у морају узети у обзир тренутне институционалне праксе. 2) Спецификација образовних циљева на различитим нивоима образовања и обуке као и различити модалитети употребе ИКТ-а који се могу најбоље користити у остваривању ових циљева. 3) Идентификација заинтересованих страна и усклађивање напора између различитих интересних

група. 4) Пилот пројекти изабраног модела заснованог на ИКТ-у. Чак и најбоље дизајнирани модели, или они за које је доказано да раде у другим контекстима, неопходно је тестирати у мањем обиму. 5) Спецификација постојећих извора финансирања и развој стратегија за генерисање финансијских ресурса за подршку коришћењу ИКТ-а на дужи рок.

2. Изазови који се односе на инфраструктуру у образовању заснованом на ИКТ-у.

Образовна технолошка инфраструктура неке земље налази се на врху националне телекомуникационе и информационе инфраструктуре. Пре покретања било ког програма заснованог на ИКТ-у, креатори политике и планери морају пажљиво размотрити следеће: 1) Адекватан простор за смештај технологије. 2) Доступност електричне енергије и телефоније. 3) Захтеви у погледу онлајн учења путем приступа рачунарима као и приступачна Интернет услуга.

3. Изазови у погледу изградње капацитета.

Кроз образовни систем морају се развити различите компетенције да би се успешно интегрисале информационе и комуникационе технологије. У том контексту, битно је навести следеће: 1) Наставни кадар - Професионални развој наставног кадра треба да има пет кључних елемената: вештине са одређеним применама; интеграција у постојеће наставне програме; промене курикулума везане за употребу ИКТ-а (укључујући промене у наставном дизајну); промене улоге наставног кадра; подупирање образовне теорије и приступа. 2) Администратори у образовању - Liderство игра кључну улогу у ИКТ интеграцији у образовање. Многи ИКТ пројекти које су покренули предавачи или студенти су угрожени због недостатка подршке одозго. Да би програми интеграције ИКТ-а били ефикасни и одрживи, сами администратори морају бити компетентни у коришћењу те технологије и морају имати широко разумевање техничке, курикуларне, административне, финансијске и социјалне димензије употребе ИКТ-а у образовању. 3) Стручњаци за техничку подршку - стручњаци за техничку подршку су од суштинског значаја за трајну одрживост употребе ИКТ-а у у образовању. 4) Креатори образовног садржаја - Развој садржаја је критично подручје које се превише често занемарује. Постоји потреба за развијањем оригиналног образовног садржаја (нпр. интерактивни мултимедијални материјали за учење, курсеви засновани на веб-у итд.), прилагођавање постојећег садржаја и претварање штампаног садржаја у дигитални медиј.

4. Изазови који се односе на финансирање трошкова коришћења ИКТ-а. Један од највећих изазова у употреби ИКТ-а у образовању је усклађивање образовних циљева са економском стварношћу. ИКТ у образовним програмима захтевају велика капитална улагања и неопходно је да посебна пажња буде посвећена доношењу одлука о томе који ће се модели употребе ИКТ-а увести.

Табела 1 приказује потенцијалне импликације за установе и наставни кадар приликом интеграције ИКТ у образовање.

Табела 1. Могуће импликације за установе и наставни кадар приликом интеграције информационих и комуникационих технологија у образовање

БАРИЈЕРЕ	ЗА УСТАНОВЕ	ЗА НАСТАВНИ КАДАР
Недостатак приступа	Пружање ИКТ ресурса, укључујући хардвер и софтвер	Искоришћавање ресурса који се нуде у установи Приступ ИКТ ресурсима код куће
Отпор према променама	Обука за нове педагошке приступе	Отвореност према новим начинима преношења знања
Недостатак времена	Обезбеђивање довољног времена: смањење броја наставних сати или повећање дневног времена за предавања	Стицање вештина самоорганизовања и управљања временом
Недостатак тренинга	Обезбеђивање тренинга за руковање новим уређајима, модерним технологијама и новим педагошким приступима	Знање о томе како приступити ресурсима Коришћење могућности за обуку која се нуди у установама
Недостатак техничке подршке	Пружање континуиране техничке подршке	Ослањање на личне капацитете у циљу решавања проблема приликом коришћења ИКТ-а Приступ доступној подршци

Извор: прилагођено према Bingimlas (2009).

Процес интегрисања информационих и комуникационих технологија у сегменте учења и образовања је веома сложен и често праћен бројним потешкоћама - баријерама. Баријера се у том контексту може посматрати као "било који услов који отежава напредовање или постизање неког циља". Када је реч о класификацији баријера, различите категорије се користе за класификацију истих (Schoerr, 2005). Према одређеним студијама, баријере се могу поделити на спољашње и унутрашње. Ertmer (1999) наводи да би спољашње баријере биле: приступ, време, ресурси, обука, док би унутрашње баријере биле: ставови, веровања, пракса и отпор (Bingimlas, 2009). Друга класификација која се, такође, може пронаћи у литератури су препреке на нивоу наставника у односу на препреке на институцију. У том контексту, Vesta (2004) посматра баријере према томе да ли се односе на појединца – баријере на нивоу предавача и оне могу бити: недостатак времена, самопоуздања и отпор према променама. Уколико се посматрају баријере на нивоу институције, оне могу бити: недостатак ефикасне обуке за решавање сложених техничких проблема, недостатак ресурса и сл. (Bingimlas, 2009).

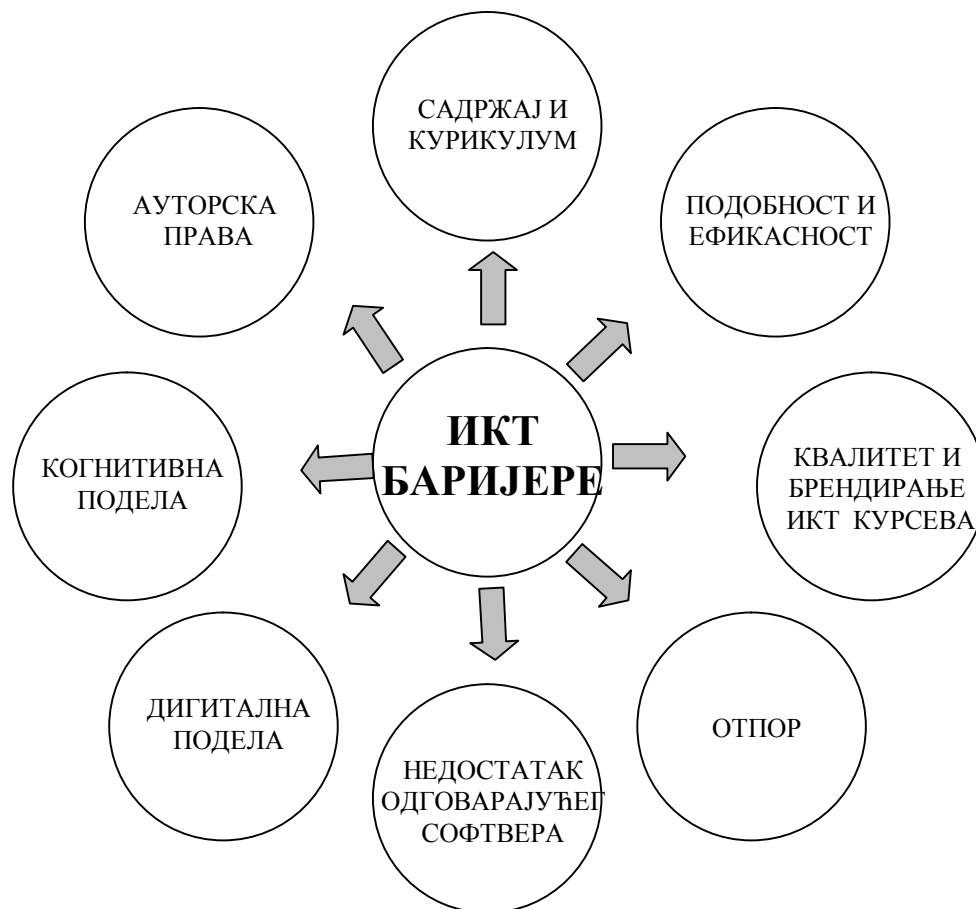
Одређена истраживања показују да је једна од препрека за већу примену и интеграцију информационих и комуникационих технологија и образовања управо недостатак самопоуздања наставног кадра. Beggs (2000) истиче да „страх од неуспеха“ представља главни разлог за недостатак самопоуздања код предавача. Међутим, Balanskat et al. (2006) наводи да одређена ограничења у погледу ИКТ знања појединих предавача такође доводи до мање употребе ИКТ-а у настави. Поред тога, треба имати у виду и чињеницу да у информационом друштву студенти или полазници можда боље владају и имају више вештина у погледу коришћења ИКТ-а, те је самим тим самопоуздање предавача у таквим ситуацијама упитно. У складу са претходно изнетим, јасно је да недостатак самопоуздања и искуства у коришћењу информационих и комуникационих технологија утиче и на мотивацију наставног кадра да исту користе у настави (Bingimlas, 2009; Al-Senaidi et al., 2009; Osborne & Hennessy, 2003).

Недостатак компетенција и вештина предавача у примени информационих и комуникационих технологија у настави је такође једна значајна баријера. Поред тога, од значаја је навести и отпор на промене и излазак из зоне комфора. Albirini (2006) истиче да је главна препрека за бољу интеграцију информационих и комуникационих технологија у образовање управо недостатак компетентности. Такође наводи да је неопходно уложити велике напоре како би се побољшала ситуација у том погледу.

Студија коју је спровео Jones (2004) открила је седам баријера које су утицале на интеграцију информационих и комуникационих технологија у наставни процес:

- недостатак самопоуздања наставника током интеграције информационих и комуникационих технологија;
- недостатак приступних ресурса;
- недостатак времена за интеграцију ИКТ-а;
- недостатак ефикасне обуке по питању евентуалних проблема приликом употребе ИКТ-а;
- недостатак личног приступа током припрема лекција;
- старост наставника; и
- наставно искуство.

Слика 4 приказује баријере ефективне интеграције ИКТ-а у образовање.



Слика 4. Баријере ефективне интеграције ИКТ-а у образовање
Извор: прилагођено према Kotsik et al. (2009); Saud et al. (2011).

На основу претходно изнетог, може се утврдити да су кључне баријере управо недостатак самопоуздања, вештина и недостатак приступа ресурсима. За успешну интеграцију информационих и комуникационих технологија у образовање, наставу и наставни процес, неопходно је отклонити наведене баријере. Институције у том погледу имају на располагању пуно могућности, од тренинга прилагођеног личним афинитетима, професионалног развоја па све до испуњавања захтева у погледу неопходних ресурса и подршке за коришћење истих.

3. ОНЛАЈН УЧЕЊЕ

3.1. Традиционално насупрот онлајн учењу

Развој људског друштва карактерише континуално унапређење технологија коришћених у различитим областима пословања и привређивања. Нарочито упечатљив траг на целокупан развој оставиле су информационо-комуникационе технологије које су из корена промениле традиционалне облике пословања. Неминовно, као што су измениле начине размишљања пословних људи и одвијање пословних процеса, информационо-комуникационе технологије су продрле и у учионице заувек мењајући устаљене начине преношења знања.

Традиционалан начин преношења знања може бити у различитим облицима те његова карактеризација није једноставна. Међутим, суштина традиционалног начина учења лежи у преношењу знања током директне интеракције предавача и полазника, при чему предавач пружа неопходне информације праћене одговарајућим штампаним материјалом. Полазник остварује интеракцију са предавачем и са коришћеним материјалом, док интеракција између самих студената не представља део формалног образовног процеса, већ се сматра неформалним делом процеса стицања жељених сазнања (McInnerney & Roberts, 2009).

Наведени начин образовања који се још назива и образовање лицем-у-лице (енг. face-to-face) је предмет и одређеног броја критика. Наиме, основна замерка која иде на рачун традиционалног начина учења односи се на неговање пасивности, те занемаривање различитости и потреба полазника (Johnson et al., 2000). Изразит је недостатак развоја критичког и аналитичког размишљања, а поред тога, полазници се не оспособљавају за решавање реалних проблема (Vanathy, 1994). Нажалост, мора се констатовати да су наведени модели образовања још увек присутни у учионицама основних, средњих и високошколских јединица у Републици Србији. Када су у питању

основне школе, заступљеност пасивности у преношењу и стицању знања управо се и види на основу лоших резултата ученика на ПИСА тесту.

Развој телевизије током 50-их и 60-их година XX века довео је до тога да се иста унесе и у учионице и комбинује са класичним методама образовања. Постепено, долази до примене предавања заснованих на рачунарима (током 70-их и 80-их), затим предавања постају мултимедијална (80-тих и 90-их), почињу се организовати телефонске конференције (током 90-их), да би на крају дошло до развоја учења на даљину (Bernard et al., 2004). Наравно, морамо констатовати да се овакав темпо развоја и увођења технологије у образовни процес може везати пре свега за Сједињене Америчке Државе (САД) и развијеније западне земље. Када је у питању Република Србија, непорецива је чињеница да се у овом погледу са сваком фазом развоја каснило од 10 до 20 година.

Програми даљинског учења су развијени, пре свега, због полазника који не могу бити присутни на предавањима због пословних или породичних обавеза, удаљености или високих трошкова које изискује традиционалан начин студирања. У свом раду аутори Hannay и Newvine (2006) указују на чињеницу да је могуће разликовати две етапе у развоју даљинског учења. Прву фазу односно први вид даљинског учења чине дописни курсеви ослоњени на класичан штампани материјал и комуникацију путем телефона и поште, док је друга фаза развоја даљинског учења заснована на примени снимака предавања као и радио и телевизијских преноса (Southworth et al., 1981). Аустралијска школа која носи назив „Alice Springs School of Air“ је једна од институција које су прве примениле радио и телевизијску технологију као алате погодне за оплемењивање и унапређење образовног процеса (<https://www.assoa.nt.edu.au/visitors-centre/the-centre/history>).

Даљинско или онлајн учење укључује многе сегменте карактеристичне за традиционалне облике учења као што су: дељење идеја, дискусије и други начине дељења информација и акумулирања знања. Међутим, овај савремени облик образовања има и одређене предности у односу на традиционални начин учења као што су: време за анализу примљених информација и постављање питања, унапређена комуникација између полазника, могућност дељења информација и ширења знања међу полазницима, могућност започињања отворене дискусије јер је појединцима лакше да се “отворе” и “проговоре” онлајн него у реалним условима, постизање вишег степена мотивације и укључености у сам образовни процес. Може се закључити да овакав

начин образовања позитивно утиче и подстиче посвећеност полазника учењу (што, наравно, опет зависи од самог карактера и заинтересованости полазника) (Rashty, 2003).

У **табели 2** приказана је упоредна анализа традиционалног образовања и образовања заснованог на примени савремених информационо-комуникационих ресурса.

Табела 2. Традиционално наспрот онлајн учењу

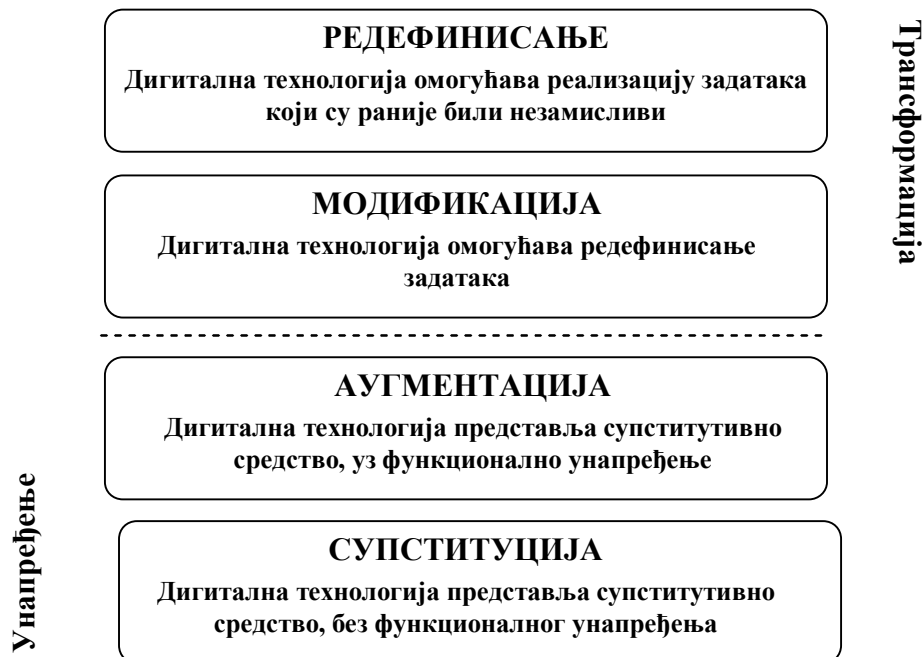
	ТРАДИЦИОНАЛНО УЧЕЊЕ	ОНЛАЈН УЧЕЊЕ
ДИСКУСИЈЕ У УЧИОНИЦИ	Предавач обично говори више од полазника	Полазник говори једнако ако не и више од предавача
ОБРАЗОВНИ ПРОЦЕС	У образовни процес су укључени сви полазници; нема група ни индивидуалног учења	Већи део образовног процеса се реализује у групама или се спроводи путем индивидуалног учења
ПРЕДАВАЊЕ	Предавач излаже лекцију у складу са наставним планом и постојећим курикулумом	Полазник учествује у дефинисању теме; учење је засновано на различитим изворима информација укључујући web базе података
НАГЛАСАК У ПРЕДАВАЊИМА	Полазник учи „ШТА“ а не „КАКО“; предавачи и полазници су заокупљени испуњавањем предвиђених наставних планова; полазници нису укључени у реализацију истраживања и решавање проблема, већ у решавање класичних задатака које поставља предавач	Полазник учи „КАКО“ а мање „ШТА“; учење се заснива на истраживачким студијама које обухватају тражење и прикупљање информација из web и других база података; учење је боље повезано и засновано на реалним питањима, теме предавања су богатије и укључују материјале у различитим форматима
МОТИВАЦИЈА	Полазници су слабо мотивисани, а теме предавања су им незанимљиве	Полазници су јако мотивисани због високог степена укључености и тема које су им блиске и које подразумевају коришћење технологије
УЛОГА ПРЕДАВАЧА	Предавач је ауторитет	Предавач усмерава полазника и помаже му у проналажењу потребних информација
ЛОКАЦИЈА	Образовни процес се одвија у учионици	Не постоји фиксна локација
СТРУКТУРА ЛЕКЦИЈА	Предавач одређује структуру лекција и расподелу времена	Структура лекција је одређена динамиком групе

Извор: Rashty (2003).

3.2. Процес развоја онлајн курса

Интеграција технологије и курикулума може бити заиста комплексан задатак који захтева пажљиво планирање и реализацију. Tapscott (2009) је приметио у свом раду да Интернет генерација очекује и, штавише, захтева иновације у свим областима живота и образовања без изузетка. У циљу мерења степена интегрисаности технологија и едукације развијен је SAMR модел.

Модел SAMR је предложио Puentedura 2003. године са циљем пружања помоћи предавачима, администраторима и наставницима у планирању и оцени нивоа у коме су технологије примењене у процесу едукације. Наведени модел представља корисно средство за „оцену и евалуацију примене и утицаја технологије у организацији предавања“ како са аспекта предавача, тако и са аспекта полазника (Kihzoa et al., 2016, стр.108). Термин SAMR представља акроним за супституцију (substitution), аугментацију (augmentation), модификацију (modification) и редефинисање (redefinition). У питању је хијерархијски модел који акценат ставља на полазника у реализацији онлајн едукације. Као што **слика 5** приказује, хијерархијски модел започиње супституцијом, а завршава редефинисањем.



Слика 5. SAMR модел

Извор: Puentedura (2003).

Унапређење представља етапу која подразумева усвајање технологије при чему не долази до неке значајније промене задатака. У овој првој етапи ниво **супституције** подразумева ситуацију када се користи одређена технологија за обављање истих задатака као и пре (Puentedura, 2013). Једина разлика је у томе што се задаци обављају на другачији начин. У овом случају, фокус је још увек на предавачу који изводи предавање.

На нивоу **аугментације** технологија мења претходно коришћену технологију уз блага побољшања. Пример аугментације јесте читање и слушање дигиталних лекција, а не предавање изведено од стране предавача. На овом нивоу се тежиште са предавача лагано помера ка полазнику који постаје све ангажованији у образовном процесу.

Трансформација представља етапу у којој се образовни процес значајно мења због све веће интеграције технологије (Hilton, 2016). Ниво **модификације** обухвата значајне измене у погледу реализације образовног процеса и самог учења. Већа је примена дигиталне технологије у реализацији постављених задатака. Образовни процес постаје све интерактивнији.

Ниво **редефинисања** је највиши ниво SAMR модела који, уједно, подразумева највиши степен трансформације образовног процеса. Наведени ниво подразумева креирање и решавање задатака који захтевају примену одговарајуће технологије. У овој фази је акценат на интензивној сарадњи која не би била могућа без примене одговарајућих технологија.

SAMR модел приказује поступак интеграције дигиталне технологије у процес образовања. Данас поједини аутори препоручују примену наведеног модела за евалуацију активности тзв. м-учења - mLearning (Romrell et al., 2014). Наведено учење подразумева учење које је засновано на примени мобилних технологија. Дакле, иако је поменути модел развијен у циљу охрабривања увођења технологије у образовни процес, поједини аутори га виде као посебно погодан за примену у области м-учења (нпр. Hockly, 2013).

Иако постоје заговорници примене наведеног модела, постоје и критичари који имају замерке на његов рачун. Наиме, основна замерка се односи на чињеницу да наведени модел није базиран на научном истраживању већ на личном искуству његовог аутора. Постоји пар научних чланака о наведеном моделу, али ни један није написао

Puentedura. Међутим, не може се порећи да наведени модел указује на фазе развоја које су довеле до појаве онлајн учења.

Истраживања су показала да онлајн образовање може бити подједнако ефективно као и традиционалан начин образовања, па чак се у појединим случајевима показало и бољим (Sachar & Neumann, 2010; Chao et al., 2010). Број онлајн курсева евидентно расте што је неминовно довело и до питања квалитета наведених курсева. Другим речима речено, да ли су понуђени курсеви у могућности да обезбеде својим корисницима односно полазницима очекивани односно захтевани ниво знања? У циљу обезбеђења квалитета својим корисницима односно полазницима многе институције и организатори оваквих курсева су усвојили одговарајуће принципе и стандарде, а све у циљу постизања задовољавајућег нивоа квалитета понуђеног образовања.

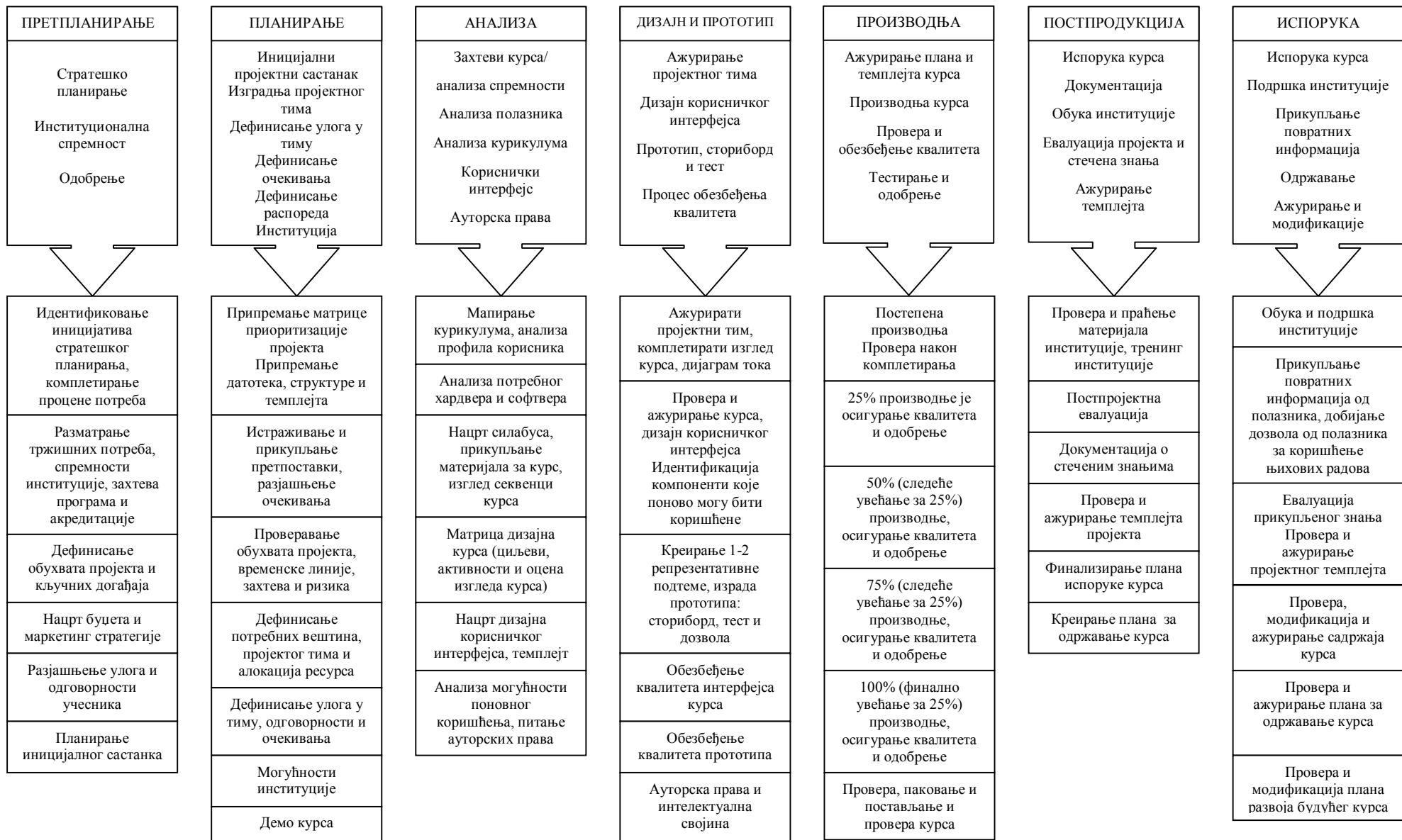
У многим случајевима, дизајнирање једног курса оваквог типа поверено је предавачима који покушавају да на једној онлајн платформи на најбољи могући начин и уз коришћење адекватних алата представе своја предавања и учине их разумљивим полазницима. Међутим, реализација образовног процеса у онлајн окружењу није ни приближно тако једноставна и наивна ствар каквом се на први поглед може учинити. Имајући наведено у виду, многе институције су почеле примењивати такав начин дизајнирања онлајн курсева заснованих на тимском раду предавача и администратора у виду помоћног особља (Nixton, 2008). Carlan (2004) је, стога, констатовао да је *“развој онлајн курса комплексан подухват, те није разумно веровати да један курс високих образовних перформанси могу креирати само једна или две особе“* (стр. 186). Наведена констатација је потпуно тачна јер се само тимским радом стручњака различитих профила могу остварити резултати високих перформанси.

Према Stavredes-у и Herde'ur (2014) креирање једног ефективног онлајн курса започиње разумевањем потреба будућих полазника. Дакле, неопходно је препознати потребе и захтеве будућих корисника како би се креирао такав курс који ће успешно задовољити исказане потребе. Наведено уједно представља и прву фазу која може бити означена као **фаза анализе**. Након наведене фазе следи **дизајнирање**. Наведена фаза подразумева дефинисање кључних елемената курса. **Фаза развоја** обухвата креирање упутстава за оцену и активности курса усмерене на дефинисање циљева, увода и наставних јединица. **Фаза имплементације** укључује лансирање курса, док је **фаза евалуације** усмерена на процену остварених ефеката примењених стратегија

Дизајнирање једног квалитетног онлајн курса се може посматрати као својеврсна врста пројекта. Разлог томе лежи у чињеници да постоји јасно дефинисан циљ (дизајн одређеног курса) који треба бити реализован у предвиђеном року, у оквиру предвиђеног буџета и расположивих ресурса других врста као и у оквиру предвиђеног квалитета. Третирајући креирање онлајн курса као врсту пројекта, Abdous и He (2009) су идентификовали следећих седам фаза:

- 1. Претпланирање – дефинисање пројекта.** Током ове фазе руководилац пројекта дефинише обухват пројекта, исходе и очекивања. Наведена фаза захтева укључење вишег менаџмента и добијање дозволе за дефинисање заснованости, подршке и ресурса за наредне фазе.
- 2. Планирање.** У другој фази пројектни менаџер – дизајнер курса ради заједно са предавачима у циљу разјашњења улога, предвиђања утрошка времена, очекивања и ризика.
- 3. Анализа.** У овој фази се врши испуњавање услова курса и анализа спремности. Користи се неколико прелиминарних образаца у циљу поједностављења прикупљања садржаја и осигурања конзистентности између пројекта.
- 4. Дизајн и прототип.** У овој фази акценат је на финализирању интерфејса и комплетирању репрезентативног прототипа који треба да помогне у стварању садржаја курса. Ова фаза захтева интензивну комуникацију између свих чланова тима у циљу осигурања ригорозне провере и процеса обезбеђења квалитета.
- 5. Производња.** Ова фаза траје најдуже у читавом процесу. Након тестирања и одобрења прототипа, чланови тима постепено или истовремено стварају садржај курса. Сваки сегмент се израђује, проверава и одобрава од стране институције или пројектног менаџера.
- 6. Постпродукција.** У овој фази се предавачи припремају за држање онлајн курсева путем разних радионица и семинара и припремањем документације о реализацији курса. Поред тога, ова фаза пружа могућност за идентификацију, чување и документовање научених лекција као и провере и унапређење пројектних образаца.
- 7. Испорука.** У последњој фази прикупљају се повратне информације од корисника о курсу, садржају, изгледу и активностима. Ове информације се користе за унапређење будуће понуде курса и развоја.

На **слици 6** приказан је процес креирања једног онлајн курса.



Слика 6. Процес креирања онлајн курса

Извор: Прилагођено према Abdous & He (2009).

3.3. Основни елементи онлајн курса

Онлајн курсеви су омогућили стицање квалитетног образовања и оним полазницима којима образовање у другачијим околностима не би било доступно. Онлајн образовање је у први план ставило сарадњу и заувек је изменило традиционалан начин образовања који је подразумевао класичнији и пасивнији начин преношења ондосно усвајања знања. Овакав вид образовања омогућава похађање одређеног курса независно од места и времена зато што корисник може приступити предавањима било када и са било ког места. Оно што је полазнику потребно јесте персонални рачунар и стабилна Интернет конекција. Сваки онлајн курс, невезано за тематику коју разматра и врсту образовања коју нуди, обухвата одређене елементе. У кључне елементе, од чије интеракције и квалитета зависи и квалитет самог курса, могу бити укључени елементи приказани у наставку.

Студенти. Онлајн едукација је посебно погодна за студенте који живе далеко од факултета односно образовне институције и које пословне или друге врсте обавеза онемогућавају да редовно похађају наставу. Такође, користи од оваквог вида наставе имају и традиционални студенти, поготово они који желе да се додатно ангажују или који из одређеног разлога пропусте неко од предавања. Студенти се подстичу да се активно укључе у процес едукације која је заснована на текстуалном дијалогу и изразитој синергији. Само посвећеност, ангажованост и активан приступ учењу може студентима обезбедити остварење постављених циљева – усвајање жељеног знања.

Курикулум. Добро осмишљен курикулум је подједнако важан и код онлајн као и код класичног облика образовања. Добар курикулум пружа сигурност да су примењене методе као и стечено знање адекватне. Потребно је да онлајн курсеви испуне исте захтеве и стандарде као и традиционални курсеви. Курикулум једног онлајн курса мора у потпуности бити прилагођен виртуелном окружењу у коме се едукација изводи. Садржај курса треба бити подељен на модуле са јасно дефинисаним роковима за додељен рад у сваком делу. Класична лекција треба да буде сведене на најмању могућу меру правећи места за коментаре и изражавање мишљења. Онлајн курикулум треба да буде усмерен на примену знања у решавању реалних проблема и подстицање развоја критичког размишљања уз могућност размене мишљења између

студената односно полазника. Дакле, циљеви наведеног курикулума треба да буду јасни и достижни применом одговарајућих технологија.

Модератор. Важан елемент онлајн програма јесте добро обучен модератор. Обично је модератор уједно и креатор курса као и вршилац контроле, тако да у великој мери успех или неуспех зависи од њега. Образовање, личност и став модератора имају озбиљног утицаја на курс. Кључне одговорности модератора односе се на дизајн курикулума и олакшавање функционисања курса. Интеракција између полазника, полазника и модератора, и полазника и образовног материјала чиме управља предавач, може „омогућити или растурити час“. Неке од одговорности онлајн модератора су:

- планирање и организација курса
- могућност креирања атмосфере за тимски рад
- креирање питања различите тежине
- дефинисање плана и усмеравање без контролисања часа
- развој метода за добијање фидбека од полазника и оснаживање
- секвенционирање презентације материјала како не би дошло до преоптерећења
- персонализовање предавања како би исто било у складу са потребама полазника

Технологија. Последњи, али не мање важан елемент онлајн курса, јесте технологија. Избор адекватне технологије је постао изазов имајући у виду брз развој и појаву нових алата заснованих на Интернету који се могу користити у онлајн едукацији. Ови алати укључују собе за чет, мејлове, форуме на којима се може дискутовати на различите начине као и брзи приступ Интернету. Технологију треба бирати у складу са потребама и циљевима курса. Такође, примењена технологија треба бити погодна за употребу, поуздана, доступна и разумне цене. Све у свему, изабрана технологија треба да омогући презентовање материјала курса на најбољи могући начин. Технологија треба да буде једноставна за примену, дакле треба представљати средство за едукацију, а не средиште пажње. Поред тога, примењена технологија треба бити таква да омогућава полазницима лак приступ курсу без обзира на старост њиховог рачунара. Коначно, техничка подршка је кључна за успех онлајн курса. Полазници могу бити заинтересовани, курикулум добро припремљен, модератор обучен али све то није довољно уколико технологија лоше функционише (<http://www.ion.uillinois.edu/resources/tutorials/overview/elements.asp>).

Креирање конзистентне структуре курса може допринети лакоћи навигације и разумљивости која је неопходна полазницима. У креирању једног онлајн курса, врло је важно дефинисати изглед курса и шта желите комуницирати полазницима. У наставку текста биће приказане још неке компоненте које су значајне за дизајнирање курса. Међутим, на самом креатору курса је одлука којим од наведених елемената ће посветити више пажње, а којима мање. Приказани елементи су дефинисани на основу прегледа одговарајућих сајтова (https://pierce.instructure.com/courses/983325/pages/ten-components-for-organizing-онлајн-course-structure?module_item_id=12922145).

Објаве. Објаве треба да буду јасне, информативне и правовремено постављане. Објавама се полазници упућују на задатке, обавештавају о роковима, распореду или другим чињеницама везаним за курс. Полазници оваквих курсева често одељак са обавештењима сматрају најважнијим делом једног онлајн курса.

Информације о курсу. Информације о курсу треба да обухвате информације о силабусу, распореду, начину оцењивања и другим ставкама важним за полазнике. Постоје различити начини за приказивање информација о курсу, а неки од њих су: приказивање истих у оквиру силабуса, креирање посебног модула насловљеног као „Оријентација“ или дизајнирање засебног одељка.

Информације о предавачу. Наведене информације треба да укључе: број телефона, мејл адресу, локацију канцеларије, радно време, предвиђено време за чет као и друштвене мреже уколико је могуће (нпр. Twitter). Пожељно је и приказати у ком временском року полазници могу очекивати одговор на постављено питање (24h, 48h или дуже).

Модули. Модули представљају кључно средство за пласирање материјала и реализацију едукације у оквиру једног онлајн курса. Можда најзахтевнији задатак дизајнирања и развоја онлајн курса јесте припремање и организација једног модула на логичан и адекватан начин.

Дискусије. Истовремена или појединачна дискусија реализована између полазника и предавача може се третирати као кључан фактор за постизање ефективности једног курса. У циљу боље навигације, врло често се обезбеђују директни линкови који корисника воде до листе започетих дискусија тако да полазници могу приступити оној која их у том тренутку интересује.

Предаја радова. Као што и само име каже, студенти у наведеном одељку предају своје радове или пројекте ради оцењивања. Пожељно је да полазницима буде доступна листа са роковима и додатним захтевима у погледу радова.

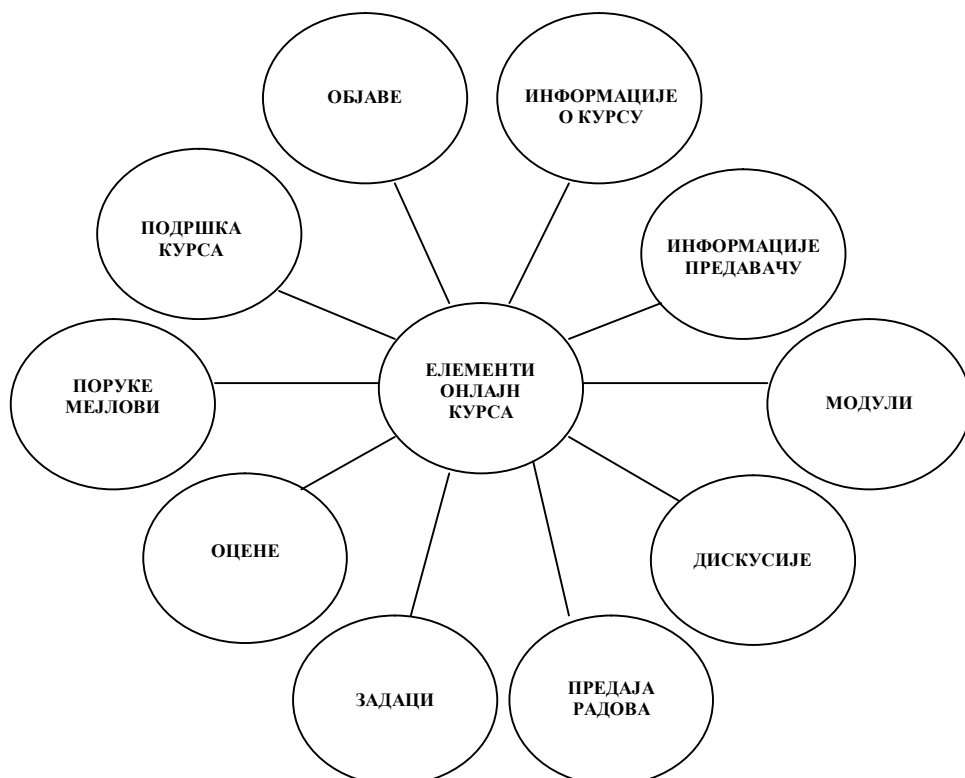
Задаци. У наведени одељак се постављају тестови, квизови и остали материјал намењен провери знања полазника.

Оцене. У овом делу су приказани сви задаци чијој реализацији је полазник приступио, оцене које је добио и коментари везани за рад полазника. Полазници оваквог типа курсева су заинтересовани да што пре добију повратну информацију о степену знања који су показали и добијеној оцени.

Поруке – мејлови. Студенти су у могућности да брзо и лако пошаљу поруку или мејл предавачу или колегама са курса. То може бити омогућено засебним системом или линковањем на постојећи мејл налог.

Подршка курса. Подршка курса (или Помоћ) представља листу линкова према екстерним механизмима за подршку.

Сви побројани елементи који утичу на коначни изглед, функционисање и квалитет онлајн курса су илустровани **сликом 7.**



Слика 7. Елементи онлајн курса

Извор: Аутор

3.4. Препреке и изазови онлајн учења

Интегрисање наставног процеса и информационо-комуникационих технологија, те развој учења на даљину, несумњиво је допринело повећању доступности образовних ресурса и оним полазницима који, у супротном, не би били у прилици да похађају одређене курсеве. Међутим, осмишљавање и дизајнирање одређеног курса овог типа није ни мало једноставан задатак, те може доћи и до одређених тешкоћа и препрека. Могући проблеми су приказани у **табели 3**.

Табела 3. Проблеми у функционисању онлајн курса

АКТИВНОСТ	МОГУЋИ ПРОБЛЕМИ
ПЛАНИРАЊЕ	- Не постоји јасан план везан за дипломе и сертификате
КООРДИНАЦИЈА	- Руководилац није прецизно дефинисан - Нису додељени потребни ресурси - Конкуренција међу административним одељењима - Дефинисане идеје нису адекватно имплементирани - Нема техничког упутства
СТУДЕНТСКА ПОДРШКА	- Нема усмерења за полазнике - Нема регистрације полазника - Недовољна техничка подршка
ИНСТИТУЦИЈА	- Недовољна техничка подршка - Недовољна подршка развоја курса - Нерешено питање власништва над материјалима курса - Нејасноће поводом финансијских обавеза везаних за развој курса - Проблеми услед преоптерећења послом
ИСТРАЖИВАЊЕ ТРЖИШТА	- Недефинисана циљна група полазника - Нејасноће везане за то како испунити очекивања полазника
МАРКЕТИНШКЕ ТЕХНИКЕ	- Недовољно маркетиншких активности - Неадекватан маркетиншки приступ
ПРИСТУП	- Нема јединственог вебсајта са свим релевантним информацијама - Немогућност лаког приступа информацијама
ЕВАЛУАЦИЈА	- Немогућност оцењивања курса од стране полазника - Нема контроле квалитета у циљу континуираног унапређења производа - Нема сталног истраживања квалитета, одржавања и ефективности
СТАНДАРДИ	- Широк спектар метода предавања - Нема стандарда везаних за прихватљиво време преузимања - Неусклађен изглед курса - Недостатак публикованих приручника за коришћење курса - Недостатак педагошких модела

Извор: Gerson, (2000).

Миловановић (2010) је у свом раду приказао кључне изазове развоју електронског учења, који су наведени у наставку.

Компликовано радно окружење. Технолошке промене су довеле до повећања комплексности радног окружења те захтева да се велика количина информација обради у што краћем року. Животни век производа се скратио те и понуђено образовање врло брзо постаје застарело и превазиђено. Понуда и пренос знања на један ефективан и ефикасан начин уз поштовање just-in-time принципа пословања је постао императив.

Недостатак обучене радне снаге. Изражена је потреба смањења неусаглашености између постављених пословних захтева и обучености расположиве радне снаге.

Потреба за смањењем трошкова обуке. Јака конкуренција у свим областима повећава потребу за смањењем трошкова. Из тог разлога су многе организације заинтересоване за онлајн обуку својих кадрова, јер на тај начин умањују трошкове транспорта и смештаја својих запослених.

Глобализација пословања. Информациона технологија је омогућила рушење баријера и довела до интензивне конкурентске утакмице на глобалном нивоу. Из тог разлога је изузетно важно понудити адекватне образовне програме и реализовати их на адекватан и, пре свега, атрактиван начин. У супротном, конкурентска предност се врло лако може изгубити у мору понуђених курсева различитог типа.

Дрштвене и демографске промене. Све већи број старијих полазника се укључује у образовни процес, а основни разлог томе јесте унапређење њихове каријере и плате. Онлајн курсеви су потпуно адекватни за овакве полазнике јер учење могу уклопити у своју свакодневну рутину.

Потреба за већом флексибилношћу на радном месту. Глобализација, развој технологије и повећана конкуренција створили су притисак на раднике да раде више и дуже. У том смислу, јавила се потреба за стицањем новог и унапређивањем постојећег знања што се може постићи помоћу електронског учења.

Учење као континуалан процес. Учење је постало континуалан процес а не једнократно дешавање. Многи традиционални начини учења не могу допринети унапређењу знања и способности на начин на који то обезбеђују саремене информационо-комуникационе технологије.

Брзи развој Интернета. Појава онлајн учења узрокована је економским, друштвеним и технолошким променама. Поготово је наведеном развоју допринео развој и широка употреба Интернета што потврђује и растући број корисника (који је и онако импозантан). Корисници Интернета су циљна група многих курсева наведеног типа.

Све наведено представља озбиљни изазов па чак и потенцијалан проблем за понуђаче курсева. Велики притисак од стране конкуренције као и заостајање за истом, може довести до губитка позиције и смањење атрактивности за полазнике што на крају може резултирати и престанком рада и постојања курса.

Поред наведених проблема поставља се и питање како овакав начин рада и преношења знања утиче на педагошки рад предавача. Присутна је тежња наставног кадра (поготово оног који није најбоље упознат са савременим технологијама и њиховим могућностима) да методе предавања које примењује у традиционалној учионици пренесе и у „виртуелну учионицу“ што свакако није могуће, јер су одређена прилагођавања неопходна (Kirkwood & Price, 2014). С обзиром да су у питању полазници различитог профила, неопходно је начин излагања материјала прилагодити њиховим потребама.

Проблеми, који се могу јавити код оваквог начина едукације, могу бити повезани са личним карактеристикама одређене особе, као што је на пример: анксиозност због коришћења технологије, излазак из зоне комфора, проблем са оценом задатака и проблем у реализацији презентација (Gillett-Swan, 2017). Без обзира на настојања предавача да обезбеди позитивно искуство свим полазницима и да им обезбеди неопходан ниво знања, може се десити да у томе не успеју. Наведена ситуација је нарочито могућа у условима када и сами предавачи не владају у потпуности коришћеном технологијом те и сами уче (Schmidt et al., 2016).

Следећи проблем са којим се предавачи могу суочити јесте ограниченост у погледу начина оцењивања рада полазника. Пример тога јесу презентације уживо где су се јављали проблеми, те се наведени начин провере знања, углавном, избегава. Међутим, начини оцењивања, предвиђени за потребе онлајн курсева, су углавном сасвим одговарајући за полазнике који су се определили за овај начин учења. Он може бити неодговарајући само мањем броју полазника који су се за овакав начин учења определили због приватних и/или пословних обавеза, али су склонији

традиционалнијим методама оцене знања које се могу означити термином „лице-у-лице“.

Иако оцењивање знања на онлајн курсу подразумева брзо, па чак, и тренутно добијање резултата, и тај део није имун на појаву одређених проблема. Поменути проблеми могу бити следећи:

- технички проблеми
- комплексност
- секвенционирање активности
- недовољна упознатост предавача са примењеном технологијом (Boyles, 2011)

Међутим, правовремено организована обука као и стална техничка подршка могу допринети брзом и једноставном превазилажењу наведених проблема.

Такође, још један фактор који утиче на успешност реализације једног онлајн курса јесте и константна интелектуална стимулација. Способност предавача да подстиче полазника и помогне му у развоју критичког размишљања је подједнако важно како у онлајн, тако и у традиционалном начину рада.

Полазници се, такође, суочавају са одређеним проблемима код онлајн учења и то:

Прилагођавање. Учење засновано на примени информационих технологија представља потпуно другачије искуство за полазнике. У том смислу, појединци могу чак изразити и отпор све дотле дог се не навикну на овакав начин учења.

Технички проблеми. Неки полазници не располажу одговарајућом технологијом или брзом Интернет конекцијом.

Рачунарска писменост. Иако полазницима информационе технологије нису новост, многи од њих немају задовољавајући ниво рачунарске писмености.

Управљање временом. Наведена ставка је врло важна, с обзиром на то да онлајн учење захтева напоран рад и доста времена.

Самомотивација. Кључни захтев онлајн едукације јесте самомотивација, у чему доста полазника оскудева (<https://elearningindustry.com/5-common-problems-faced-by-students-in-elearning-overcome>).

3.5. Обезбеђење квалитета онлајн курса

Неспорна је чињеница да је област даљинског учења и креирања онлајн курсева тема која још увек није до краја елаборирана и која ће и у будућности захтевати доста пажње. Потребно је још доста тога научити о онлајн окружењу које, са једне стране, доприноси повећању ефикасности и постизању жељених резултата, али исто тако собом носи и низ проблема, са друге стране. Због тога је неопходно вршити контролу квалитета у циљу провере да ли полазници заиста добијају знање жељеног нивоа и квалитета.

У циљу обезбеђења што квалитетнијег курса, препоручљиво је процес евалуације интегрисати у фазу производње одређеног програма. Примењујући овај проактиван начин оцењивања, тим који ради на креирању једног курса ће пажњу усмерити на све оне критеријуме важне за процену квалитета материјала и искоришћених ресурса, те ће сви кључни утицајни фактори бити уважени током фазе планирања (Sims et al., 2002).

Приликом креирања курса кључно питање са којима се суочавају његови ствараоци јесте питање елемената који ће додати вредност посматраном курсу. Према Sims-у et al. (2002) кључне компоненте које утичу на квалитет понуђеног онлајн курса јесу:

- садржина
- дизајн учења
- дизајн интерфејса
- интерактивност
- оцена
- корисност садржаја
- подршка полазницима
- исходи

Све наведене ставке утичу на квалитет одређеног курса у одређеној мери. Кључна питања која одређују достигнути ниво квалитета одређеног курса су приказана у табелама 4-11.

Табела 4. Фактори који утичу на дефинисање садржине курса

СТАТИЧКИ ←		→ ДИНАМИЧКИ		
ПРЕОДРЕЂЕНИ И ПРИКАЗАНИ	ДОПРИНОС ПРЕДАВАЧА	ДОПРИНОС ПОЛАЗНИКА	ИНТЕРАКТИВНОСТ	ИЗГРАЂЕНИ
Дефинисана и одређена садржина од стране предавача која се не мења током циклуса испоруке	Дефинисана и одређена садржина која је подложна изменама од стране предавача уколико се за тим искажу потребе	Дефинисана и одређена садржина али доприноси начињени од стране полазника унапређују ресурсну базу	Током заједничких подухвата, настали материјал се додаје у заједничку ресурсну базу програма	Садржина дефинисана на основу истраживања учесника и накнадних интерпретација

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 5. Фактори који утичу на дизајн онлајн учења

ПЕДАГОГИЈА	ИСХОДИ УЧЕЊА	РЕСУРСИ
Појединачни предавачи и полазници имају различите филозофије о томе на који начин је најподобније стећи потребно знање и на који начин учити. Пошто се онлајн окружења могу сматрати подржавајућим за конструктивистичку парадигму, усвајање ригидних предавачких стратегија може деградирати свеукупну ефективност сусрета са полазницима	Ова опција повезује стратегију учења са исходом и утиче на све компоненте дизајна учења: решавање проблема, декларативно знање, концептно учење, принципијелно учење, процедурално учење, когнитивне стратегије, став и мотивацију и психомоторику	Начини на који су медији искоришћени и мера у којој су доступни ће утицати на појединачне елементе дизајна учења

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 6. Фактори који утичу на дизајн интерфејса

НЕ-КОНТЕКСТУАЛНИ		↔	КОНТЕКСТУАЛНИ		↔	НАРАТИВНИ		↔	ПОЗОРИШНИ	
ДИЗАЈН ИНФОРМАЦИЈА	ДИЗАЈН ИНТЕРАКЦИЈА		УЛАЗ/ИЗЛАЗ			ДИЗАЈН НАВИГАЦИЈЕ				ЕСТЕТИКА
Које процедуре су искоришћене у циљу комуницирања потребних информација?	Да ли је обезбеђено више опција за интеракцију и да ли су полазници упознати са истим?		Колико су јасне опције за приступ садржају и одговорима?			Да ли кретање између садржаја утиче на континуитет испоруке или контекст?				Какав је „изглед и осећај“, доприноси или одвраћа пажњу од искуства комуницирања?

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 7. Фактори који утичу на интерактивност

ИНТЕРАКТИВНОСТ	МОТОРНИ	КОГНИТИВНИ	КОЛАБОРАТИВНИ
ПОЛАЗНИК-ПОЛАЗНИК	Размена идеја, ресурса и информација између полазника укључених у курс		
ПОЛАЗНИК-ПРЕДАВАЧ	Размена идеја, ресурса и информација између полазника и предавача који учествују у курсу		
ПОЛАЗНИК-САДРЖАЈ	Начини на који полазници приступају садржају и уче на основу садржаја заснованих на вебу		
ПОЛАЗНИК-ИНТЕРФЕЈС	Начини на који полазници приступају окружењу за учење и степен до кога им исти омогућавају успешну навигацију		
ПРЕДАВАЧ-САДРЖАЈ	Начини на који предавачи креирају и имају интеракцију са садржајем		
ПРЕДАВАЧ-ПРЕДАВАЧ	Подршка пружена предавачима		
САДРЖАЈ-САДРЖАЈ	Степен до кога су „intelligent agents“ укључени у претраживање и обнављање материјала садржаја		

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 8. Фактори који утичу на оцењивање

ОЦЕНА	УСМЕРЕНА НА ПРЕДАВАЧА	УСМЕРЕН НА ПРЕГЛЕД	УСМЕРЕН НА ПОЛАЗНИКЕ
ЗАДАЦИ	У којој мери додељени задаци задовољавају „старе стандарде“ и колико утичу на оптерећење предавача?		
ИСПИТИВАЊЕ	Да ли је захтевано испитивање, у смислу професионалне потврде, или су довољни други показатељи резултата?		
ПРОЈЕКТНИ РАД	Постоји ли могућност оцене путем пројектних задатака и ко је од учесника задужен за комплетирање истих?		
ПОЗИЦИЈА ПОСЛА	Може ли рад на радном месту испунити циљеве учења?		
АУТЕНТИКАЦИЈА	Да ли постоје проблемі везани за интегритет оцене радова, или можда постоје формати који онемогућавају ову операцију?		

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 9. Фактори који утичу на подршку полазника

ПОДРШКА ПОЛАЗНИКА	ФИЗИЧКА	КОМБИНОВАНА	УДАЉЕНА
ДОДАТНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ	Колико су заједнице ефективне?		
ЗАЈЕДНИЦА ПОЛАЗНИКА	Да ли се охрабрују кроз заједничке активности или су обесхрабрани због самосталних задатака?		
ИНСТИТУЦИОНАЛНА ПОДРШКА	Шта се очекује од полазника?		
ПЕРСОНАЛИЗАЦИЈА	Како је планирано укључивање полазника у свет онлајн учења?		
СИГУРНОСТ	Да ли је предвиђена подршка у људству и ресурсима како би се полазници осетили интегралним делом читавог процеса онлајн учења?		

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 10. Фактори који утичу на корисност садржаја

УСКЛАЂЕНОСТ	АУТОРСКА ПРАВА	ПРИСТУП	ИНФРАСТРУКТУРА
ВИШЕСТРУКО КОРИШЋЕЊЕ	Које користи се остварују применом Менаџмента дигиталних објеката?		
ПРИЛАГОДЉИВОСТ	Систем?		
ИНТЕРОПЕРАБИЛНОСТ	Да ли су објекти учења у складу са међународним стандардима?		

Извор: Sims et al. (2002).

Табела 11. Фактори који утичу на исход

ИСХОДИ	ОДРЖАВАЊЕ ПРОГРАМА	ПРОВЕРА КВАЛИТЕТА	ПЕРФОРМАНСЕ ПРЕДАВАЧА
УЧЕЊЕ	Да ли је реализовано на адекватан начин?		
САТИСФАКЦИЈА	Шта је потребно учинити у циљу повећања исте?		
РЕЗУЛТАТИ	Упознатост са параметрима коришћеним за потврђивање квантитативних и квалитативних резултата реализованог процеса су кључни за његово унапређење		
ИСХОДИ НАСУПРОТ ЦИЉЕВИМА	Да ли ће се полазници и надаље пријављивати за овакве програме те развити потребу за доживотним учењем?		

Извор: Sims et al. (2002)

Дакле, да би се могао оценити квалитет електронског односно онлајн учења, било је неопходно размотрити његове кључне елементе односно факторе који, у крајњој линији, и утичу на достизање одређеног нивоа квалитета. У оквиру даљинског учења реализује се читав низ активности у које је технологија укључена на различите начине. Са развојем оваквог вида учења, расла је и свесност везана за питања квалитета понуђених курсева (Oliver, 2005). У циљу обезбеђења одговарајућег нивоа квалитета, започело се и са праћењем и контролом квалитета припреме и реализације активности усмерених на креирање производа званог онлајн курс.

Многи аутори су настојали да дефинишу одговарајућу листу ставки на основу којих се може проценити и оценити квалитет једног онлајн курса. Сви су, мање-више, дошли до коначног закључка да ниво достигнутог квалитета целокупног курса зависи од достигнутог квалитета у оквиру претходно наведених ставки или другачије речено фактора. Само системским приступом који подразумева пажљиво планирање и

реализацију свих активности које представљају интегралан део једног курса, може се говорити о постизању високог квалитета и пословној изврсности. Занемаривање било ког од наведених делова свакако ће имати утицаја на достигнути ниво квалитета што ће се, у крајњој линији, рефлектовати на број заинтересованих полазника.

4. ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ

4.1. Развој вишекритеријумског одлучивања

Одлучивање је процес стар колико је старо и само човечанство. Иако није поуздано утврђено када је формално проучавање одлучивања заиста започело, могуће је његов почетак везати за анализу одлучивања / теорију корисности и вишециљно математичко програмирање. Развој вишециљног математичког програмирања одвијао се током 70-их година XX века. Оно што карактерише ово доба јесте скептицизам везан за могућност експлицитне процене вредности односно корисности. Још је Аристотел (384.-322. п.н.е.) дефинисао „преференције“ као „рационалне жеље“, а први познат рад везан за вишекритеријумско одлучивање, везује се за познатог америчког државника Бенџамина Френклина (Köksalan et al., 2013).

Само одлучивање и избор једне од више понуђених алтернатива у условима постојања више критеријума може бити изазовно и веома сложено, па готово и немогуће применом конвенционалних техника. У циљу одговора на наведени изазов и пружања подршке и помоћи у доношењу комплексних одлука развијене су технике вишекритеријумског одлучивања. Само вишекритеријумско одлучивање се може дефинисати као процес евалуације реалних ситуација заснованог на различитим квалитативним и квантитативним критеријумима у условима сигурности, несигурности или ризика у циљу избора одговарајуће акције, опције, стратегије или политике између више расположивих. Наведени проблем се додатно компликује када су критеријуми на основу којих се врши одлучивање конфликтни и неупоредиви и када је одлучивање поверено већем броју доносилаца одлуке (Srinivasa & Nagesh, 2010).

Као и свака научна област, и у овој области се користи одговарајућа терминологија која се примењује за означавање одговарајућих елемената и ефикасније разумевање презентоване методологије. **Табела 12** приказује основне термине који се користе за означавање у области вишекритеријумског одлучивања.

Табела 12. Терминологија и опис релевантних термина у вишекритеријумском одлучивању

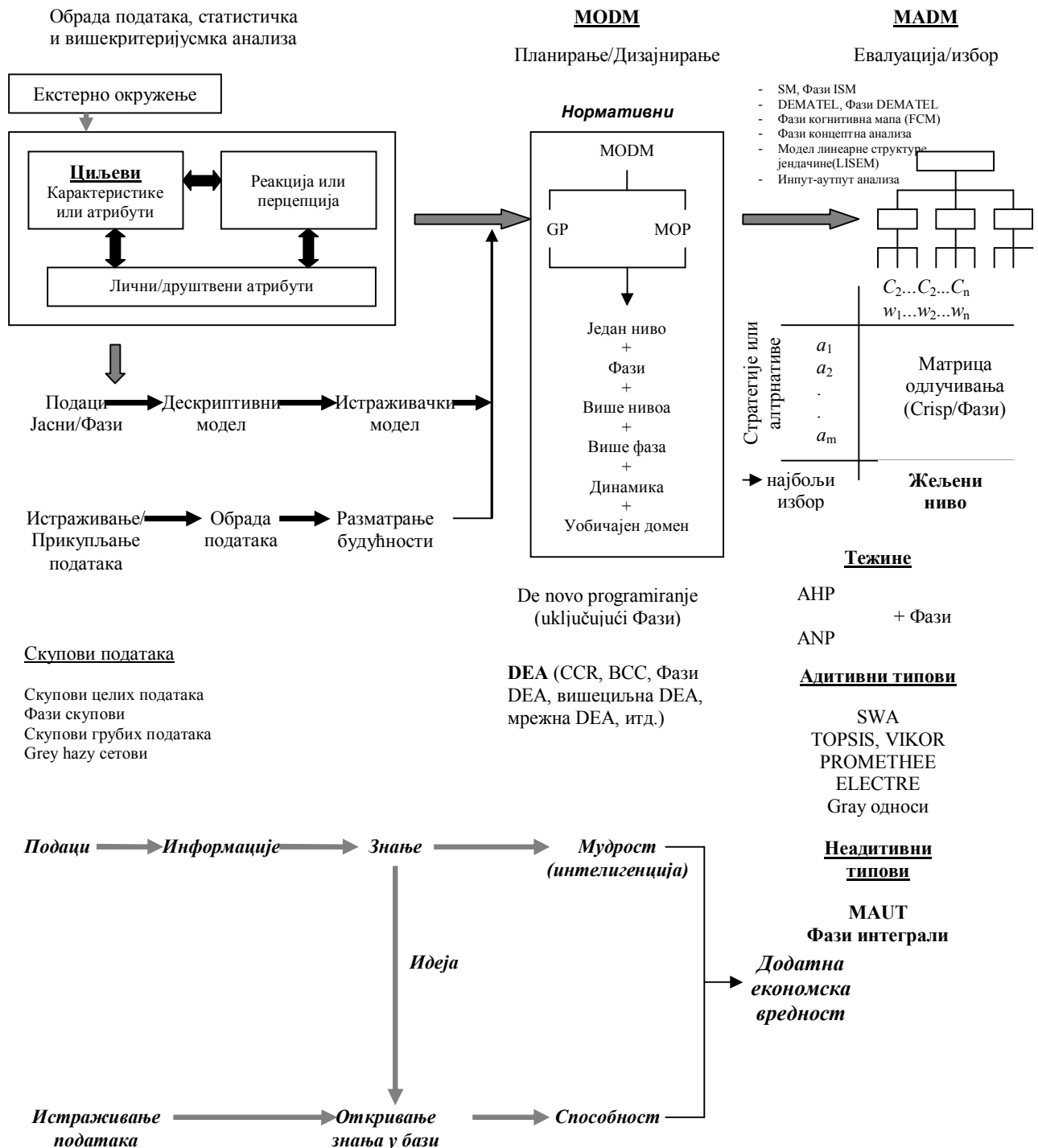
ТЕРМИНОЛОГИЈА	ОПИС
АЛТЕРНАТИВА	Независна акција/ситуација/избор/сценарио/стратегија/политика
АНАЛИТИЧАР	Стејкхолдер који помаже у формулацији методологија за решење за доносиоца одлуке
КРИТЕРИЈУМ/ АТРИБУТ	Карактеристика на основу које свака алтернатива може бити оцењена
ДОНОСИЛАЦ ОДЛУКЕ	Стејкхолдер за чије потребе су модели и методологије развијене
МАТРИЦА ОДЛУЧИВАЊА	Матрица у којој су приказане алтернативе у односу на предвиђене критеријуме
ЦИЉ	Вредност критеријума која мора бити остварена
ВРЕДНОСТ	Вредност критеријума која се узима у обзир док се анализирају непрецизности за потребе поређења
ТЕЖИНА	Релативни значај критеријума

Извор: Srinivasa & Nagesh (2010).

Вишекритеријумско одлучивање је развијено као део операционих истраживања у циљу креирања математичких алата усмерених на пружање подршке субјективној евалуацији критеријума од стране доносилаца одлуке (Zavadskas et al., 2014). Вишекритеријумско одлучивање је тако осмишљено да омогући издвајање најповољније алтернативе, да изврши класификовање алтернативе у мањи број категорија те да рангира наведене алтернативе у складу са субјективним захтевима (Mardani et al., 2015).

Последњих деценија је развијен значајан број модела и техника које покривају основне области вишекритеријумског одлучивања и то:

- формални модели (алгоритми, процедуре и изборне парадигме)
- евалуационе теорије (претпоставке о вредностима или преференцијама и структурирани приказ вредности или преференција)
- методологије оцене (издвајање, процена и скалирање индивидуалних преференција, корисности и субјективне вероватноће у вишекритеријумским ситуацијама) (Zavadskas et al., 2014).



Слика 8. Шематски приказ процеса вишекритеријумског одлучивања

Извор: Tzeng & Huang (2011).

4.2. Методе вишекритеријумског одлучивања

Не постоји јединствена методологија која може олакшати и довести до изналажења најадекватнијих решења у различитим условима и код различитих типова проблема. Из тог разлога су предложене различите методе вишекритеријумског одлучивања које могу довести до оптималног решења у различитим случајевима. Заједнички именилац код свих метода јесте постојање више конфликтних критеријума различитог типа, различитих јединица изражавања посматраних критеријума и алтернатива које треба оценити.

Само вишекритеријумско одлучивање може бити подељено на две категорије и то:

- Вишекритеријумско одлучивање (Multi-Attribute Decision Making - MADM) које подразумева избор најбоље алтернативе из понуђеног сета алтернатива у односу на дати сет критеријума.
- Вишециљно одлучивање (Multi-Objective Decision Making - MODM) које подразумева дизајнирање алтернатива које оптимизирају више циљева доносиоца одлуке. Могућност избора је обично бесконачна или веома велика, а најбољи је онај избор који задовољава ограничења и захтеве доносиоца одлуке.

Проблеми вишекритеријумског одлучивања или вишециљног одлучивања могу бити подељени у две категорије у зависности од преференција доносиоца одлуке у погледу циља и то на следећи начин (Dooley et al., 2005):

- Уколико је у питању структура са једним циљем, проблем се означава као индивидуално одлучивање без обзира на то колико је доносилаца одлуке укључено у процес.
- Уколико интересну групу карактерише структура циљева са различитим преференцијама, проблем се означава као проблем групног одлучивања.

Поред свега наведеног, одлуке се могу доносити у условима извесности и неизвесности. Одлучивање у условима извесности подразумева да су све информације везане за одлучивање познате и да је позната детерминистичка веза између сваке одлуке и одговарајућег исхода. Када је у питању одлучивање у условима неизвесности,

постоји могућност настанка следећих ситуација. Прва се односи на располагање ограниченим информацијама везаних за посматрану ситуацију, а друга је везана за нејасноћу изражавања односно немогућност јасног дефинисања значења догађаја, феномена или самих изјава.

Као што је већ речено, постоји читав спектар техника вишекритеријумског одлучивања које су примењене у решавању различитих типова проблема. Свака од развијених метода има своје предности и недостатке (Aruldoss et al., 2013) и више је или мање погодна за примену у одређеним ситуацијама. Можда најпознатије и највише примењиване методе вишекритеријумског одлучивања јесу: SAW и WS (Churchman, Ackoff 1954; Fishburn 1967), AHP (Saaty 1980), TOPSIS (Hwang & Yoon 1981), PROMETEE (Brans & Vincke 1985), ELECTRE (Roy 1991), и VIKOR (Opricovic 1998). Оно што је заједничко овим, па и свим осталим методама вишекритеријумског одлучивања, јесу фазе њихове примене. У зависности од аутора, предвиђен је већи или мањи број ових фаза, али суштински гледано, све оне подразумевају исте операције.

Корак 1. Дефинисање проблема. У овој фази је нагласак на карактеристикама проблема одлучивања као што је: дефинисање броја алтернатива, критеријума, ограничења итд. Доступне информације о проблему одлучивања представљају базу за избор одговарајуће методе вишекритеријумског одлучивања која ће бити примењена у решавању проблема.

Корак 2. Дефинисање критеријума. Дефинисање адекватних критеријума који ће бити укључени у процес евалуације је од изузетног значаја због тога што има велики утицај на добијене резултате вишекритеријумског одлучивања.

Корак 3. Дефинисање алтернатива. Избор алтернатива које ће бити подвргнуте евалуацији.

Корак 4. Дефинисање тежина критеријума. У овом кораку врши се приоритизација критеријума. На тај начин се дефинишу критеријуми који имају највећи приоритет те тако имају и највећи утицај на коначни избор.

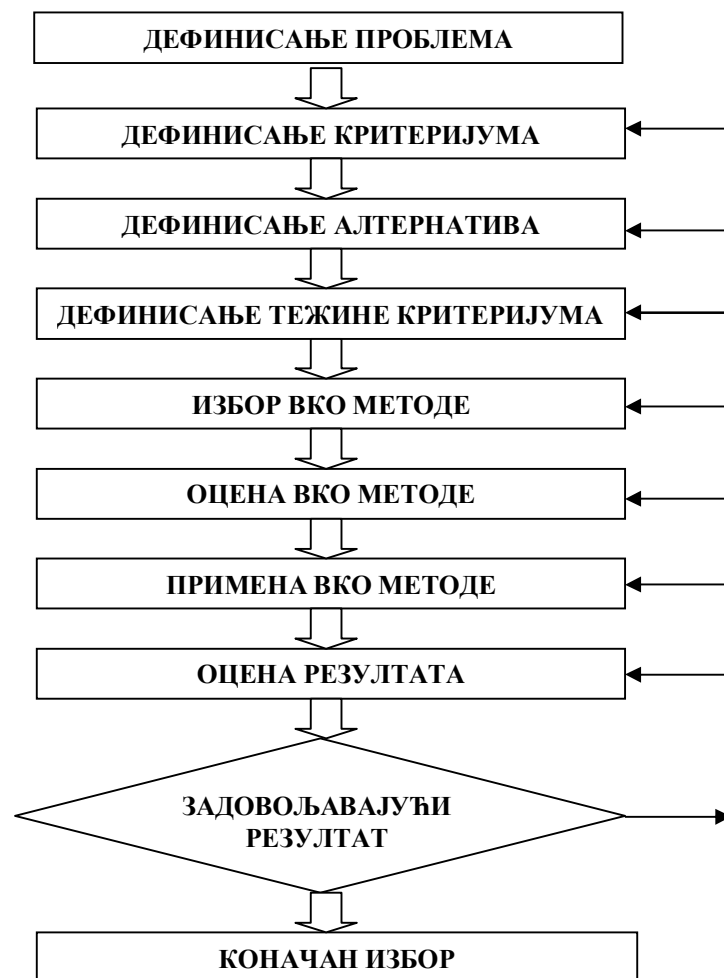
Корак 5. Избор методе вишекритеријумског одлучивања. Овај корак укључује избор методе вишекритеријумског одлучивања која је адекватна за примену у конкретном случају. Пре избора одређене методе, пожељно је сагледати њене позитивне и негативне стране.

Корак 6. Оцена методе вишекритеријумског одлучивања. Поједини аутори предвиђају и оцену изабране алтернативе применом одговарајућих методологија.

Корак 7. Примена методе вишекритеријумског одлучивања. У овом кораку се реализују израчунавања које предвиђа одговарајућа метода.

Корак 8. Оцена резултата и избор оптималне алтернативе. На крају, на основу добијених резултата врши се рангирање посматраних алтернатива и бира она која се на основу примењене методе показала најприкладнијом у односу на предвиђене услове.

Наведене фазе су приказане на слици 9.



Слика 9. Фазе у вишекритеријумском одлучивању

Извор: Sun et al. (2014).

4.3. Примена вишекритеријумског одлучивања у области информационо-комуникационих технологија

Као што је већ речено, методе вишекритеријумског одлучивања су примењиване у решавању различитих врста проблема. Између осталог, наведене методе су коришћене за евалуацију и избор информационо-комуникационих ресурса као и квалитета вебсајтова различитог типа. У наредним редовима биће приказана нека од запаженијих истраживања на наведену тему.

Једна од тема којом су се аутори бавили јесу фактори који доприносе квалитету вебсајтова и њихов утицај на атрактивност и финансијске перформансе посматраних вебсајтова (Lee & Kozar, 2006). У наведеном раду примењена је АНР метода, а у само истраживање је било укључено 156 онлајн купаца и 34 менаџера/дизајнера запослених у е-компанијама. Циљ рада је био дефинисати листу фактора на основу којих се врши избор једног вебсајта, извршити приоритизацију наведених фактора те извршити рангирање понуђених вебсајтова.

У циљу уважавања неизвесности са којом је сам процес одлучивања повезан, Sun и Lin (2009) су предложили примену фази TOPSIS методе ради дефинисања конкурентских предности онлајн продавница. У процес евалуације било је укључено дванаест експерата, а оцена се заснивала на дванаест критеријума дефинисаних на основу увида у литературу. Четири продајна вебсајта су подвргнута евалуацији у односу на претходно поменуте критеријуме. На основу извршене анализе утврђено је да су најзначајнији критеријуми који утичу на избор вебсајта овог типа поверење и сигурност и да се само унапређењем поменутих аспеката може унапредити и конкурентска предност одређеног продајног вебсајта. У циљу евалуације квалитета продајних вебсајтова, аутори су предложили и примену хијерархијске TOPSIS методе засноване на E-S-QUAL приступу. Евалуацији је подвргнуто шест корејских вебсајтова у односу на четири критеријума и одговарајући број подкритеријума. У процес одлучивања су била укључена три доносиоца одлуке који су специјалисти у посматраној области. У раду је указано на то да је предложена методологија адекватна за примену у евалуацији квалитета вебсајтова имајући у виду хијерархијску структуру посматраних критеријума (Kang et al., 2016).

Кауа (2010) је у свом раду предложио примену модела заснованог на интеграцији фази АНР и TOPSIS метода у циљу евалуације вебсајтова усмерених на реализацију е-бизниса. Због тога што доносиоци одлуке често не могу прецизно дефинисати своје становиште, наведени аутор је предложио да се тежине критеријума одреде применом фази АНР методе. Коначна евалуација и рангирање вебсајтова изведена је применом фази TOPSIS методе. У евалуацију су укључени најпопуларнији вебсајтови у Турској, а евалуација је извршена у односу на девет подкритеријума подељених у четири подкатегорије.

У циљу евалуације квалитета вебсајтова банака, Кауа и Kahraman (2011) су предложили примену АНР и ELECTRE метода. Наведени аутори заступају тезу да је у оцену квалитета вебсајтова банака неопходно укључити оцену квалитета: информационог система, услуга корисницима и самог производа. Евалуација, заснована на осам критеријума, је извршена на примеру банкарског сектора у Турској. Резултати, који су добијени на основу мишљења четири експерта, су показали да је најважнији критеријум сигурност.

Хибридни модели засновани на примени метода вишекритеријумског одлучивања су предложени и за примену у евалуацији квалитета вебсајтова професионалних књиговодствених предузећа. У том смислу, Chou и Cheng (2012) су предложили модел заснован на фази АНР и фази VIKOR методама. Оцењивана су четири најбоља књиговодствена предузећа на Тајвану, а све са циљем дефинисања кључних смерница које ће допринети побољшању садржаја и дизајна њихових вебсајтова. Резултати наведеног истраживања су показали да посматрана предузећа нису искористила пуни потенцијал који Интернет има, као и то да је евидентна потреба за унапређењем квалитета њихових вебсајтова. Поред тога, као најзначајнији су се издвојили следећи критеријуми: обиље информација, разумљивост, сигурност, релевантност и поузданост.

Аутори су користили методе вишекритеријумског одлучивања и за оцену квалитета вебсајтова хотела. Пример тога је рад Akincilar и Dagdeviren-a (2014) који су извршили евалуацију вебсајтова хотела са пет звездица у Анкари у Турској. У том циљу применили су АНР методу за одређење тежина критеријума и PROMETHEE методу за коначно рангирање разматраних алтернатива. Евалуација је извршена у односу на пет критеријума који су даље разложени на одговарајући број подкритеријума у односу на које је извршено рангирање вебсајтова шеснаест хотела.

Резултати су показали да су најзначајнији критеријуми оријентација на корисника и сигурност. Поред тога, за решавање истог проблема, Станујкић и сар. (2017) су предложили примену троугаоних интуитионистичких фази бројева.

Када су у питању вебсајтови у области туризма, аутори су предложили евалуацију засновану на биполарним неутрософтичким бројевима и Хаминговој дистанци (Stanukic et al., 2019). У наведеном раду је извршена евалуација четири туристичка вебсајта везана за туристичке локације у Републици Србији, а одлучивање је реализовано у групном окружењу. Такође, Станујкић и сар. (2015) су предложили заснивање процеса евалуације вебсајтова у области руралног туризма на примени Атанасових интуитионистичких фази сетова.

Квалитет вебсајтова је оцењиван и уз помоћ WS PLP методе (Karabasevic et al., 2019). У посматраном раду је евалуација заснована на критеријумима на основу којих се додељују Веби награде (тзв. Webby Awards). Примена наведене методе је предложена из тог разлога што она омогућава експлицитније изражавање перцепција односно очекивања доносиоца одлуке. Метода омогућава јасно разликовање да ли је избор извршен у односу на исказана очекивања или у односу на најбоље перформансе које је исказала одређена алтернатива.

Осим наведеног, ауторе је занимала и оптимизација претраживача (search engine optimization – SEO). У ту сврху аутори су предложили примену комбинације DEMATEL, DAMP и VIKOR метода. Резултати су показали да је екстерна оптимизација вебсајта приоритет када се врши имплементација SEO (Tsuei et al., 2020).

Овде је приказан само део студија усмерених на указивање применљивости метода вишекритеријумског одлучивања у области информационих и Интернет технологија. Примена наведених метода помаже у одређивању предности и недостатака вебсајтова различитог типа, те њихову позицију у односу на конкуренте. Предлагањем различитих проширења метода вишекритеријумског одлучивања, увођењем фази, неутрософтичких и других проширења, неизвесност окружења у којој се и реализује сама евалуација и одлучивање је уважена у највећој могућој мери. Уз помоћ наведених метода доносиоци одлуке могу релативно једноставно дефинисати кључне утицајне факторе којима треба да посвете пажњу како би корисницима понудили што квалитетније искуство и привукли их у што већем броју.

4.4. Примена вишекритеријумског одлучивања у евалуацији онлајн курсева

Вишекритеријумско одлучивање је своју примену нашло и у области евалуације вебсајтова за учење. До данас, аутори су предложили примену различитих метода и модела, а о неким од њих ће бити речи у наставку текста.

Аутори су предложили и примену аксиоматичког дизајна (axiomatic design – AD) у области евалуације вебсајтова за е-учење. Тако су на пример Büyüközkan et al. (2010) предложили примену фази TOPSIS-а заснованог на аксиоматичком дизајну за потребе евалуације вебсајтова наведеног типа. Предложени модел је примењен на примеру платформи за даљинско учење на територији Турске, а у процес евалуације заснованом на седам критеријума, укључено је три доносилаца одлуке.

У циљу дефинисања међусобне зависности критеријума за оцену квалитета система за даљинско учење у свом раду Sadi-Nezhad et al. (2010) предложили су примену фази ANP методе. Наведена евалуација је заснована на критеријумима и поткритеријумима који су предложени од стране других аутора, тако да су и њихове међусобне везе дефинисане на основу ставова посматраних аутора. У циљу дефинисања стопе преференције између доносилаца одлуке и у циљу достизања консензуса међу њима, примењено је групно фази програмирање преференција.

Abdellatief et al. (2011) су предложили оцену квалитета вебсајтова за даљинско учење са становишта његових креатора. Примењени су одговарајући упитници у чију припрему су били укључени професионалци из посматране области. Кључне карактеристике квалитета, које су дефинисане на основу поменутих упитника, су подвргнуте даљој анализи те је применом ANP методе дефинисана значајност сваке од посматраних карактеристика. Резултати су показали да у најзначајније карактеристике квалитета онлајн курсева спадају: сарджај, функционалност, информационе технологије и поузданост.

Једно од питања које је било интересантно ауторима јесте и питање интероперабилности платформи за даљинско учење. Аутори су прво дефинисали стандарде интероперабилности за системе даљинског учења након чега је извршена

евалуација четири LMS у односу на осам критеријума уз помоћ COPRAS методе (Bakhouyi et al., 2016).

Jain et al. (2016) су предложили примену WDBA методе (weighted distance-based approximation) за евалуацију и рангирање сајтова намењених е-учењу. Разлог избора наведене методе лежи у добрим странама које иста поседује, а које су дошле до изражаја поређењем са добро познатом TOPSIS методом. Такође, Garg и Jain (2017) су предложили примену фази вишекритеријумских метода у циљу евалуације сајтова за е-учење. У том циљу примењене су COPRAS, VIKOR и WDBA методе у фази окружењу. Предложени модел је примењен уз помоћ три једноставна корака и то: (1) идентификација евалуационих критеријума; (2) израчунавање тежина наведених критеријума уз помоћ фази АНР методе; и (3) рангирање посматраних алтернатива применом претходно поменутих метода у фази окружењу.

Хибридни вишекритеријумски модел заснован на DEMATEL, DANP и VIKOR методама је такође предложен као корисно средство за једноставнију евалуацију квалитета услуге платформи за онлајн учење (Yang et al., 2017). Предложени модел може бити нарочито погодан за испитивање међузависности и питања повратне спреге, омогућавајући на тај начин обезбеђења већег степена сатисфакције крајњих корисника. Истраживање је везано за платформе за даљинско учење на Тајвану са циљем предлагања адекватних модела за унапређење истих.

Са циљем обезбеђења средства које ће бити од користи и помоћи стручњацима у области електронског учења да што боље и квалитетније припреме онлајн курсеве, Garg et al. (2018) су предложили примену хибридног вишекритеријумског модела заснованог на фази COPRAS методи. Наведена метода је искоришћена за евалуацију и рангирање вебсајтова усмерених на пружање едукације везане за „С“ програмски језик. Генерални закључак је да би наведена метода била корисна како понуђачима тако и корисницима вебсајтова за е-учење јер може обезбедити ефикасну евалуацију истих.

Khan et al. (2019) су у свом раду за евалуацију вебсајтова за даљинско учење предложили примену PIV методе вишекритеријумског одлучивања, а као кључни разлог наводе њену једноставност и далеко мање сложену процедуру примене него код следећих метода: АНР, VIKOR, COPRAS, WEDBA и WDBA. Поред тога, како аутори наводе, мања је могућност варирања добијених резултата.

5. ЕВАЛУАЦИЈА КВАЛИТЕТА ОНЛАЈН КУРСЕВА ПРИМЕНОМ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА

5.1. EDAS метода

Метода евалуације на основу растојања од просечног решења (EDAS - Evaluation Based on Distance from Average Solution”) је развијена од стране Keshavarz Ghorabae et al. (2015). Метода припада новијој генерацији метода вишекритеријумског одлучивања и до сада је успешно коришћења за решавање комплексних проблема, у различитим областима.

Неки од проблема који су решени EDAS методом, приказани су у наставку:

Проблем избора људских ресурса (Turskis et al., 2017; Karabasevic et al., 2018).

- Проблем избора добављача (Zhang et al., 2019; Stević et al., 2019a; 2019b; Keshavarz Ghorabae et al., 2016; 2017; Karaşan & Kahraman, 2017).
- Проблем избора подизвођача (Keshavarz-Ghorabae et al., 2018).
- Проблем избора локације за одлагање отпада (Kahraman et al., 2017).
- проблема у логистици и транспорту (Demircan & Tunc, 2019; Maksimović et al., 2017; Stević et al., 2016).
- Проблем евалуације веб сајтова (Karabasevic et al., 2019).

Идеја тј. концепт EDAS методе и новина коју она доноси јесте увођење и употреба позитивног растојања од просека (Positive Distance from Average – PDA) и негативног растојања од просека (Negative Distance from Average – NDA). У складу са тим, рангирање алтернатива се врши у складу са вишим вредностима PDA и нижим вредностима NDA.

Кораци рачунске процедуре EDAS методе за решавање вишекритеријумских проблема са m критеријумима и n алтернативама су приказани у наставку (Stanujkić et al., 2017):

Корак 1. Избор алтернатива и критеријума и формирање матрице одлучивања X , на начин као што следи:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где x_{ij} означава вредности алтернативе i за критеријум j .

Корак 2. Одређивање просечног решења свих критеријумима, на начин као што је приказано у наставку:

$$x_j^* = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2)$$

где је

$$x_j^* = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m}. \quad (3)$$

Корак 3. Рачунање позитивног растојања од просека - PDA d_{ij}^+ и негативног растојања од просека - NDA d_{ij}^- , у складу са врстом критеријума (приходни или расходни), на начин као што је приказано у наставку:

$$d_{ij}^+ = \begin{cases} \frac{\max(0, (x_{ij} - x_j^*))}{x_j^*}; & j \in \Omega_{\max} \\ \frac{\max(0, (x_j^* - x_{ij}))}{x_j^*}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (4)$$

$$d_{ij}^- = \begin{cases} \frac{\max(0, (x_j^* - x_{ij}))}{x_j^*}; & j \in \Omega_{\max} \\ \frac{\max(0, (x_{ij} - x_j^*))}{x_j^*}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (5)$$

где Ω_{\max} и Ω_{\min} означавају скуп приходних и расходних критеријума, респективно.

Корак 4. Одређивање тежинске – пондерисане суме PDA, Q_i^+ , и тежинске- пондерисане суме NDA, Q_i^- , за све алтернативе као што је приказано у наставку:

$$Q_i^+ = \sum_{j=1}^n w_j d_{ij}^+, \quad (6)$$

$$Q_i^- = \sum_{j=1}^n w_j d_{ij}^-. \quad (7)$$

Корак 5. Нормализација вредности тежинске – пондерисане суме PDA и тежинске – пондерисане суме NDA за све алтернативе као што је приказано у наставку:

$$S_i^+ = \frac{Q_i^+}{\max_i Q_i^+}, \quad (8)$$

$$S_i^- = 1 - \frac{Q_i^-}{\max_i Q_i^-}, \quad (9)$$

где S_i^+ и S_i^- означавају нормализовану тежинску – пондерисану суму PDA и NDA, респективно.

Корак 6. Рачунање значаја S_i за све алтернативе на начин као што следи:

$$S_i = \frac{1}{2}(S_i^+ + S_i^-). \quad (10)$$

Корак 7. Рангирање алтернатива у складу са опадајућим вредностима S_i . Алтернатива са највишим S_i представља најбољи избор међу потенцијалним алтернативама.

5.2. PIPRECIA метода

PIPRECIA методу су развили Станујкић и сар. (2017) и иста представља надградњу односно побољшану верзију SWARA методе (Keršulienė et al., 2010). PIPRECIA метода је изузетно погодна за примену у ситуацијама када је у процес одлучивања укључен већи број доносилаца одлуке. Поред тога, наведена метода се веома често користи за дефинисање тежина критеријума, а разлог тога је: 1) рачунска процедура је далеко једноставнија него што је то случај са АНР методом; и 2) за разлику од SWARA метода, ова метода предвиђа проверу конзистентности добијених резултата и дефинисаних одлука. До сада, PIPRECIA метода је своју примену нашла у различитим областима пословања и одлучивања, а неке од њих су:

- информационе технологије (Stević et al., 2018; Stanujkic et al., 2018; Tomašević et al., 2020)
- избор добављача (Đalić et al., 2020)
- логистика (Vesković et al., 2020)
- управљање квалитетом (Popović, 2019)
- рударство (Popović & Mihajlović; Popović et al., 2019a)
- туризам (Popović et al., 2019b)
- одрживи развој (Marković et al., 2020)

Рачунска процедура дате методе може бити ориказана уз помоћ серије следећих корака.

Корак 1. Дефинисање критеријума на којима ће бити заснован процес евалуације. За разлику од SWARA методе, PIPRECIA метода не предвиђа обавезно сортирање критеријума према очекиванм значају.

Корак 2. Детерминисање релативног значаја s_j , почевши од другог критеријума, као што је приказано:

$$s_j = \begin{cases} > 1 & \text{when } C_j \succ C_{j-1} \\ 1 & \text{when } C_j = C_{j-1} \\ < 1 & \text{when } C_j \prec C_{j-1} \end{cases}. \quad (11)$$

Корак 3. Одређивање коефицијента k_j на следећи начин:

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ 2 - s_j & j > 1 \end{cases}. \quad (12)$$

Корак 4. Дефинисање прерачунате вредности q_j , уз помоћ формуле (13):

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases}. \quad (13)$$

Корак 5. Одређивање релативних тежина разматраних критеријума на приказани начин:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k}, \quad (14)$$

где w_j означава релативну тежину критеријума j .

5.3. ARAS-F метода

5.3.1. Основни елементи теорије фази скупова

У овом делу су разматрани неки значајни делови теорије фази скупова, и групног одлучивања, који су неопходни за проширење ARAS методе, са циљем да се она прилагоди за коришћење интервално-вредносних троугаоних фази бројева (енг. IVTFN- interval-valued triangular fuzzy numbers).

5.3.1.1. Теорија фази скупова и фази бројева

Класичне ВКО методе се заснивају на употреби теорије класичних скупова, где неки елемент може да припада или не припада скупу. Нека је A класичан скуп објеката, чији елементи се означавају са x . Тада се припадност означава функције припадности μ_A , која има следећу форму :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A, \\ 0 & x \notin A. \end{cases} \quad (15)$$

Нажалост, многи реални проблеми доношења одлука су често веома сложени и односе се на утицај неизвесности, који се не може лако изразити користећи класичне скупове.

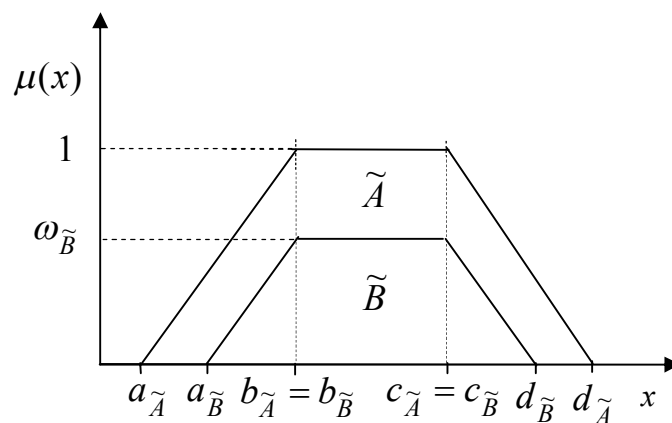
Као што је раније поменуто, Zadeh (1965) је увео теорију фази скупова, која омогућава делимичну припадност скупу. Као резултат тога, уместо ексклузивног коришћења обичних (crisp) бројева, теорија фази скупова омогућава коришћење других облика бројева, као што су троугаони (triangular), трапезоидни (trapezoidal) и bell shaped бројева.

Општи фази бројеви. Уопштени фази број $\tilde{A} = (a, b, c, d; \omega)$, $0 \leq a \leq b \leq c \leq d \leq 1$ и $0 \leq \omega \leq 1$, представља фази подскуп правих реалних бројева \mathfrak{R} са функцијом припадности $\mu_{\tilde{A}}$ која има следећа својства, Chen и Chen (2003):

- $\mu_{\tilde{A}}$ је континуално пресликавање из \mathfrak{R} на затворени интервал $[0, \omega]$,
- $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ за свако $x \in (-\infty, a)$,

- $\mu_{\tilde{A}}(x)$ строго расте у интервалу $[a, b]$,
- $\mu_{\tilde{A}}(x) = \omega$ за свако $x \in [b, c]$, где ω је константно и $0 \leq \omega \leq 1$,
- $\mu_{\tilde{A}}(x)$ строго опада у интервалу $[c, d]$,
- $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ за свако $x \in [d, +\infty]$.

Уколико је функција $\mu_{\tilde{A}}$ линеарна у интервалима $[a, b]$ и $[c, d]$, онда се уопштени фази број назива уопштени трапезоидни фази број.

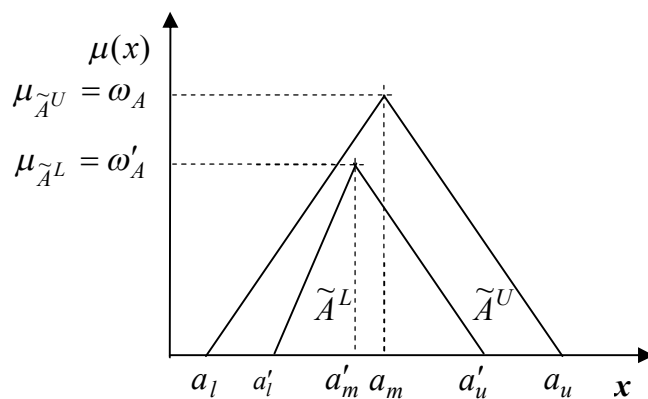


Слика 10. Уопштени и нормализовани фази број

Слика 10 показује однос између уопштеног \tilde{B} и нормализованог \tilde{A} трапезоидног фази броја. Са слике 10 такође, може се закључити да су нормализовани (традиционални) трапезоидни фази бројеви посебан облик уопштених фази бројева, где је $\omega = 1$. Такође, када је $b = c$, тада трапезоидни фази број постаје троугаони фази број.

Интервално-вредносни фази бројеви. Интервално-вредносни фази бројеви су посебан облик уопштених фази бројева. Слично уопштеним фази бројевима, интервално-вредносни фази бројеви могу имати трапезоидни облик, па се називају интервално-вредносни трапезоидни фази бројеви, и троугаони облик, и онда се називају интервално-вредносни троугаони фази бројеви.

Графички приказ интервално-вредносних троугаоних фази бројева приказан је на слици 11.



Слика 11. Интервално-вредносни троугаони фази број

Према Yao и Lin (2002) неки интервално-вредносни троугаони фази број се може представити на следећи начин:

$$\tilde{A} = [\tilde{A}^L, \tilde{A}^U] = [(a'_l, a'_m, a'_u; \omega'_A), (a_l, a_m, a_u; \omega_A)], \quad (16)$$

где \tilde{A}^L и \tilde{A}^U означавају доњу и горњу границу троугаоних фази бројева, $\tilde{A}^L \subset \tilde{A}^U$; $\mu_{\tilde{A}}(x)$ је функција припадности, и означава степен припадности неког догађаја фази броја \tilde{A} ; $\mu_{\tilde{A}^L}(x) = \omega'_A$ и $\mu_{\tilde{A}^U}(x) = \omega_A$ су доње и горње функције припадности.

Претпоставимо да су $\tilde{A} = [\tilde{A}^L, \tilde{A}^U] = [(a'_l, a'_m, a'_u; \omega'_A, 0), (a_l, a_m, a_u; \omega_A)]$ и $\tilde{B} = [\tilde{B}^L, \tilde{B}^U] = [(b'_l, b'_m, b'_u; \omega'_B), (b_l, b_m, b_u; \omega_B)]$ два интервално-вредносна троугаона фази броја. Тада, основне аритметичке операције над њима су дефинисане на следећи начин:

- Сабирање интервално-вредносних троугаоних фази бројева: $\tilde{A} + \tilde{B} = [(a'_l + b'_l, a'_m + b'_m, a'_u + b'_u; \min(\omega'_A, \omega'_B)), (a_l + b_l, a_m + b_m, a_u + b_u; \min(\omega_A, \omega_B))]. \quad (17)$

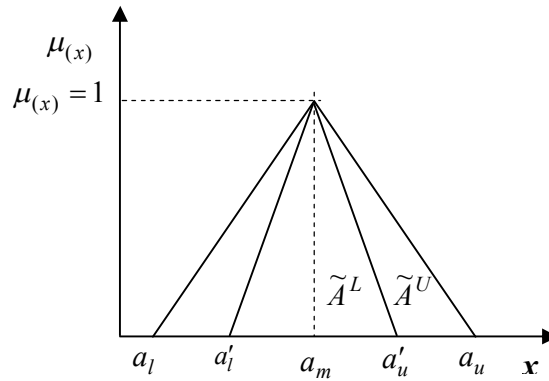
- Одузимање интервално-вредносних троугаоних фази бројева: $\tilde{A} - \tilde{B} = [(a'_l - b'_u, a'_m - b'_m, a'_u - b'_l; \min(\omega'_A, \omega'_B)), (a_l - b_u, a_m - b_m, a_u - b_l; \min(\omega_A, \omega_B))]. \quad (18)$

- Множење интервално-вредносних троугаоних фази бројева: $\tilde{A} \times \tilde{B} = [(a'_l \times b'_l, a'_m \times b'_m, a'_u \times b'_u; \min(\omega'_A, \omega'_B)), (a_l \times b_l, a_m \times b_m, a_u \times b_u; \min(\omega_A, \omega_B))]. \quad (19)$

- Дељење интервално-вредносних троугаоних фази бројева: $\tilde{A} \div \tilde{B} = [(a'_l \div b'_u, a'_m \div b'_m, a'_u \div b'_l; \min(\omega'_A, \omega'_B)), (a_l \div b_u, a_m \div b_m, a_u \div b_l, \min(\omega_A, \omega_B))]. \quad (20)$

Посебан случај уопштених интервално-вредносних троугаоних фази бројева, приказан на **слици 12**, је нормализовани ($\omega'_A = \omega_A = 1$) интервално-вредносни троугаони фази број са истим (mode) центром ($a'_m = a_m$), и он се може означити као:

$$\tilde{A} = [\tilde{A}^L, \tilde{A}^U] = [(a_l, a'_l, a_m, (a'_u, a_u))] \quad (21)$$



Слика 12. Нормализовани интервално-вредносни троугаони фази број са истим центром

Претпоставимо да су $\tilde{A} = [\tilde{A}^L, \tilde{A}^U] = [(a_l, a'_l), a_m, (a'_u, a_u)]$ и $\tilde{B} = [\tilde{B}^L, \tilde{B}^U] = [(b_l, b'_l), b_m, (b'_u, b_u)]$ два нормализована интервално-вредносна троугаона фази броја са истим центром. Тада се, основне аритметичке операције на овим фази бројевима према Chen, (1997); Chen и Chen, (2008) дефинишу на следећи начин:

- Сабирање:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = [(a_l + b_l, a'_l + b'_l), a_m + b_m, (a'_u + b'_u, a_u + b_u)] \quad (22)$$

- Одузимање:

$$\tilde{A} - \tilde{B} = [(a_l - b_u, a'_l - b'_u), a_m - b_m, (a'_u - b'_l, a_u - b_l)] \quad (23)$$

- Множење:

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = [(a_l \times b_l, a'_l \times b'_l), a_m \times b_m, (a'_u \times b'_u, a_u \times b_u)] \quad (24)$$

- Дељење:

$$\tilde{A} \div \tilde{B} = [(a_l \div b_u, a'_l \div b'_u), a_m \div b_m, (a'_u \div b'_l, a_u \div b_l)] \quad (25)$$

Следећа унарна операција на интервално-вредносним фази бројевима такође је важна:

$$\frac{1}{k} \times \tilde{A} = \left[\left(\frac{1}{k} \times a_l, \frac{1}{k} \times a'_l \right), \frac{1}{k} \times a_m, \left(\frac{1}{k} \times a'_u, \frac{1}{k} \times a_u \right) \right] \quad (26)$$

Перформансе добијене коришћењем вредности са Ликертове скале са пет подела (1 – 5), даље се могу трансформисати у одговарајуће интервално вредносне троугаоне фази бројеве, коришћењем следећих формула:

$$l = \min_k x_{ij}^k, \quad (27)$$

$$m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_{ij}^k, \quad (28)$$

$$u = \max_k x_{ij}^k, \quad (29)$$

$$l' = \frac{1}{k_{l'}} \sum_{x_{ij}^k < m} x_{ij}^k, \quad (30)$$

$$u' = \frac{1}{k_{u'}} \sum_{x_{ij}^k > m} x_{ij}^k, \quad (31)$$

где $\tilde{x}_{ij} = [(l, l'), m, (u', u)]$ означава одговарајући интервално-вредносни троугаони фази број, x_{ij}^k означава осепи i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум добијене од k -ог испитаника (доносилац одлука), $k=1 \dots K$; и K је број испитаника.

Параметри l и u представљају најмању и највећу перформансу добијену на основу свих испитаника, и оне одражавају екстемне вредности добијене од свих испитаника. Параметри l' и u' представљају средње перформансе оцена добијених од испитаника које су мање, односно веће, од средње вредности свих оцена m , док променљиве $k_{l'}$ и $k_{u'}$ означавају број оцена које су мање, односно веће, од просечне оцене.

За разлику од њих, други параметри интервално-вредносног троугаоног фази броја много реалистичније одражавају ставове свих испитаника, где l' , m и u' означавају

најмању перформансу, најочекиванију перформансу и највећу перформансу која описује фази догађај, добијене као аритметичку средину ставова свих испитаника.

5.3.1.2. Фази модели групног одлучивања

Класични ВКО модели, обично се заснива на мишљењу једног доносиоца одлука, а они могу бити прецизно приказана у следећој форми :

$$D = [x_{ij}]_{m \times n}, \quad (32)$$

где је D матрица одлучивања, x_{ij} је рејтинг перформансе i -тог алтернатива за j -ти критеријум, $i = 1, 2, \dots, m$, m је број алтернатива, $j = 1, 2, \dots, n$, n је број критеријума где x_{ij}^k представља оцену i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум дате од k -тог доносиоца одлука; $k = 1, 2, \dots, K$; K означава број доносиоца одлука који су укључени у групно одлучивање.

У ВКО моделима, критеријуми за евалуацију обично имају различита значења. Да би исказао значај сваког критеријума су ВКО модели такође укључују тежине, као што је и приказано:

$$W = [w_j], \quad (33)$$

где је W вектор тежина, w_j представља тежину j -тог критеријума, $j = 1, 2, \dots, n$, n је број критеријума.

За решавање сложених проблема одлучивања, неопходно је узети у обзир мишљења више доносилаца одлука, односно релевантних стручњака. У таквим случајевима, групни вишекритеријумски приступ се користи (Multiple Criteria Group Decision Making –MCGDM), и може се прецизно приказан у следећем облику :

$$D = [x_{ij}^k]_{m \times n \times K}, \quad (34)$$

$$W = [w_j^k]_{n \times K}, \quad (35)$$

где је x_{ij}^k рејтинг перформансе i -те алтернативе j -тог критеријума добијен од k -тог испитаника, $k = 1, 2, \dots, K$, K је број доносилаца одлука, испитаника и / или стручњака укључених у поступак групног вишекритеријумског одлучивања.

У циљу евалуације алтернатива MCGDM проблеми се обично претвара у ВКО (енг. MCDM) проблеме, у једној од фаза поступка решавања проблема, и даље се решавање проблема врши као у (обичним) ВКО моделима.

Обични/класични ВКО модели су засновани на ставовима једног доносиоца одлука/испитаника, и они могу бити представљени у следећем облику:

$$D = [x_{ij}]_{m \times n}, \quad (36)$$

$$W = [w_j], \quad (37)$$

где D означава матрицу одлучивања, W означава вектор тежина, x_{ij} означава перформансу i -те алтернативе j -тог критеријума, w_j означава тежину j -тог критеријума, $i = 1, 2, \dots, m$; m је број алтернатива, $j = 1, 2, \dots, n$; n је број критеријума.

За решавање бројних комплексних проблема одлучивања, неопходно је узети у обзир ставове више доносиоца одлука/испитаника, односно, обично релевантних експерата. У таквим случајевима, групно вишекритеријумско одлучивање (MCGDM) се обично користи, и оно се може приказати на следећи начин:

$$D = [\tilde{x}_{ij}^k]_{m \times n \times K}, \quad (38)$$

$$W = [\tilde{w}_j^k]_{n \times K}, \quad (39)$$

где \tilde{x}_{ij}^k означава перформансу i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум добијене од k -тог доносиоца одлука; $k = 1, 2, \dots, K$; K је број доносиоца одлука и/или експерата укључених у MCGDM.

5.3.1.3. Основне методе дефазификације

Као резултат извођења аритметичких операција над фази бројевима добијају се резултати који су такође у облику фази бројева. Због тога, у циљу рангирања алтернатива у фази окружењу коришћењем ВКО метода:

- такве методе морају бити у могућности да врше рангирање на основу резултујућих фази перформанси; или

- резултујуће фази перформансе морају бити трансформисане/преведене у обичне – crisp перформансе пре него што се изврши рангирање алтернатива.

Током времена, више различитих процедура за рангирање фази бројева и/или њихову дефазификацију су предложена, али су споменуте процедуре предлагане углавном за трапезоидне и троугаоне фази бројеве.

Међутим, број процедура које су предлагане за дефазификацију интервално вредносних фази бројева су много ређе. Због тога, полазећи од следећих формула:

$$gm(\tilde{A}) = \frac{1}{2}[(1-\lambda)l + m + \lambda u], \quad (40)$$

$$gm(\tilde{A}) = \frac{l + m + u}{3}, \quad (41)$$

које су биле предложене за дефазификацију троугаоних фази бројева, следеће формуле су предложене за дефузификацију интервално-вредносних троугаоних фази бројева:

$$gm(\tilde{B}) = \frac{l + l' + m + u' + u}{5}, \quad (42)$$

$$gm(\tilde{B}) = \frac{(1-\lambda)l + \lambda l' + m + \lambda u' + \lambda(1-\lambda)u}{3}, \quad (43)$$

где \tilde{A} означава обичан троугаони фази број, \tilde{B} означава интервално-вредносни фази број, λ је коефицијент, и $\lambda \in [0,1]$.

Формула (42) представља једноставно прилагођавање формуле (41), и она омогућава једноставно и ефективно одређивање најбоље не фази - уобичајне перформансе (Best Nonfuzzy Performance - BNP) неког интервално-вредносног фази броја.

У поређењу са формулом (42), формула (43) је нешто сложенија, али има и неких предности. Променом вредности коефицијента λ већи значај може се дати параметрима l' и u' у односу на l и u неког интервално вредносног фази броја, и супротно.

5.3.2. Вишекритеријумско групно доношење одлука

Обични MCDM модели, обично се заснивају на једном доносиоцу одлука, и могу бити прецизно представљени следећом формулом:

$$D = [x_{ij}]_{m \times n}, \quad (44)$$

где D означава матрицу одлучивања, x_{ij} означава перформансу i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум, $i = 1, 2, \dots, m$; m је број алтернатива, $j = 1, 2, \dots, n$; n је број критеријума.

У вишекритеријумском одлучивању, критеријуми обично имају различит значај. Да би представили значај сваког критеријума, модели вишекритеријумског одлучивања укључују и тежине, као што је приказано:

$$W = [w_j], \quad (45)$$

где W означава вектор тежина, w_j означава тежину j -ог критеријума, $j=1,2, \dots, n$; n је број критеријума.

За решавање сложених проблема одлучивања, потребно је узети у обзир мишљења више доносиоца одлука, тј. обично релевантних експерата. У таквим случајевима, вишекритеријумски групни модел одлучивања се обично користи, и он може бити приказан у следећем облику:

$$D = [x_{ij}^k]_{m \times n \times K}, \quad (46)$$

$$W = [w_j^k]_{n \times K}, \quad (47)$$

где x_{ij}^k означава перформансу i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум добијен од k -ог доносиоца одлука; $k = 1, 2, \dots, K$; K је број доносиоца одлука и/или експерата укључених у вишекритеријумско групно одлучивање.

У циљу вредновања алтернатива, групни вишекритеријумски модели одлучивања, обично се трансформишу у вишекритеријумске моделе одлучивања у некој фази поступка решавања проблема, и касније, решавају као вишекритеријумски проблеми.

5.3.3. ARAS метода

Additive Ratio ASsessment (ARAS) методу су предложили такође Zavadskas и Turksis (2010), поступак решавања проблема применом ARAS методе, слично као и код других MCDM метода, почиње формирањем матрице одлучивања и одређивањем тежина критеријума. Иначе, до сада, ARAS метода је коришћена у поједностављењу процеса одлучивања у следећим областима:

- логистика (Turksis & Zavadskas, 2010; Rostamzadeh et al., 2017)
- заштита животне средине (Balezentiene & Kusta, 2012)
- управљање пројектима (Dahooie et al., 2018)
- управљање људским ресурсима (Dadelo et al., 2012)
- финансије (Reza & Majid, 2013)
- очување историјског наслеђа (Kutut et al., 2013; Kutut et al., 2014)

Даљи поступак решавања проблема вишекритеријумског одлучивања применом “класичне” ARAS методе може се прецизно исказати применом следећих корака:

Корак 1. Одређивање оптималне перформансе за сваки критеријум. У овом кораку, доносилац одлука одређује/дефинише/поставља оптималну перформансу за сваки критеријум. Уколико доносилац одлука нема својих преференци оптимална перформанса се може одредити на следећи начин:

$$x_{0j} = \begin{cases} \max_i x_{ij}; & j \in \Omega_{\max} \\ \min_i x_{ij}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (48)$$

где x_{0j} означава оптималну перформансу j -тог критеријума, Ω_{\max} означава скуп приходних критеријума; и Ω_{\min} означава скуп расходних критеријума

Корак 2. Израчунавање нормализоване матрице. Нормализована матрица одлучивања може се одредити на следећи начин:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}; & j \in \Omega_{\max} \\ \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m 1/x_{ij}} & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (49)$$

критеријум, $i = 0, 1, \dots, m$.

Корак 3. Одређивање укупне перформансе, за сваку алтернативу. Укупна перформанса неке алтернативе може се одредити на следећи начин:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \quad (50)$$

где S_i означава укупну (резултујућу) перформансу i -те алтернативе, $i = 0, 1, \dots, m$.

Корак 4. Израчунавање степена корисности (the degree of utility), за сваку алтернативу. Степен корисности може се одредити на следећи начин:

$$Q_i = \frac{S_i}{S_0}, \quad (51)$$

где Q_i означава степен корисности i -те алтернативе, S_0 укупни индекс перформанси оптималне алтернативе, $i = 1, 2, \dots, m$.

Након израчунавања степена корисности, алтернатива са највећом вредности Q_i представља најприхватљивију алтернативу.

5.3.4. Фази групно проширење ARAS методе

Да би се омогућило коришћење интервално вредносних троугаоних фази бројева, неке модификације се морају начинити у ARAS методи. Стога, детаљна процедура за утврђивање најприхватљивије алтернативе коришћењем ARAS методе у случају примене интервално вредносних троугаоних фази бројева, може бити прецизно исказана на следећи начин:

Корак 1. Одредити оптималне перформансе за сваки критеријум. Прва модификација ARAS методе је неопходна у првом кораку, приликом одређивања оптималне перформансе сваког критеријума. Уместо уобичајних (crisp) броја, у случају предложеног проширења, оптимална перформансе сваког исказује се коришћењем интервално вредносних троугаоних фази бројева, и одређује на следећи начин:

$$\tilde{x}_{0j} = [(l_{0j}, l'_{0j}), m_{0j}, (u'_{0j}, u_{0j})], \quad (52)$$

где

$$l_{0j} = \begin{cases} \max_i l_{ij}; & j \in \Omega_{\max} \\ \min_i l_{ij}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (53)$$

$$l'_{0j} = \begin{cases} \max_i l'_{ij}; & j \in \Omega_{\max} \\ \min_i l'_{ij}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (54)$$

$$m_{0j} = \begin{cases} \max_i m_{ij}; & j \in \Omega_{\max} \\ \min_i m_{ij}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (55)$$

$$u'_{0j} = \begin{cases} \max_i u'_{ij}; & j \in \Omega_{\max} \\ \min_i u'_{ij}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (56)$$

$$u_{0j} = \begin{cases} \max_i u_{ij}; & j \in \Omega_{\max} \\ \min_i u_{ij}; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (57)$$

где \tilde{x}_{0j} оптимальную перформансу j -того критерия, исказану коришћењем интервално-вредносних троугаоних фази бројева.

Корак 2. Израчунавање нормализоване матрице одлучивања. У циљу примене интервално-вредносних троугаоних фази бројева, неке модификације су такође неопходне и у поступку нормализације. Због тога, уместо формуле (49) следећа формула се може користити :

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} \left[\left[\left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{a'_{ij}}{c_j^+} \right), \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \left(\frac{c'_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \right]; & j \in \Omega_{\max} \\ \left[\left[\left(\frac{1/a_{ij}}{a_j^-}, \frac{1/a'_{ij}}{a_j^-} \right), \frac{1/b_{ij}}{a_j^-}, \left(\frac{1/c'_{ij}}{a_j^-}, \frac{1/c_{ij}}{a_j^-} \right) \right]; & j \in \Omega_{\min} \end{cases}, \quad (58)$$

где \tilde{r}_{ij} означава нормализоване перформансе, у виду интервално-вредносних троугаоних фази бројева, i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум, $i = 0, 1, \dots, m$;
 $c_j^+ = \sum_{i=0}^m c_{ij}$ и $a_j^- = \sum_{i=0}^m 1/a_{ij}$.

Корак 3. Израчунавање тежински нормализоване интервално-вредносне троугаоне матрице одлучивања. Овај корак је веома сличан трећем кораку у обичној ARAS методи, при чему се уместо множења стандардне операције множења користи

операција множења интервално вредносних троугаоних фази бројева. Због тога се овај корак може представити на следећи начин:

$$\tilde{v}_{ij} = w_j \cdot \tilde{r}_{ij}, \quad (59)$$

где \tilde{v}_{ij} означава тежински нормализовану интервално-вредносну троугаону фазу перформансу i -те алтернативе у односу на j -ти критеријум, $i = 0, 2, \dots, m$.

Корак 4. Израчунавање укупне интервално-вредносне троугаоне фази перформансе, за сваку алтернативу: Укупна интервално-вредносна троугаона фаза перформанса неке алтернативе може се израчунати помоћу следеће формуле:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{v}_{ij}, \quad (60)$$

где \tilde{S}_i означава интервално вредносну троугаону фазу перформансу i -те алтернативе, $i = 0, 1, \dots, m$.

Корак 5. Израчунавање степена корисности, за сваку алтернативу: Као резултат вршења претходних корака, добијене укупне оцене перформанси су у облику интервално-вредносних троугаоних фази бројева. Због тога је и одређивање степена корисности знатно сложеније:

Јасно је да се дефазификација мора извршити, али овде се јавља једно важно питање:

- "Када извршити дефазификацију, пре или након израчунавања степена корисности? "

Осим наведеног, јавља се и следеће питање:

- "Да ли тренутак вршења дефазификације неки утицај на ефекте рангирања алтернатива ? "

У првом случају, степен корисности може се одредити као однос између степена корисности разматраних алтернатива и степена корисности оптималне алтернативе, као што следи:

$$\tilde{Q}_i = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_0}. \quad (61)$$

Међутим, резултати добијени помоћу формуле (51) су и даље интервално-вредносни троугаони фази бројеви, а они такође морају бити дефазификовани.

У другом случају, добијене укупне перформансе треба да се трансформишу у σ_{isp} вредности пре одређивања степена корисности алтернативе.

Такође, познато је да, употреба разних поступака/начина дефазификације може имати утицај на добијене резултате, а самим тим, осим фазе (тренутка) у процесу решавања проблема у којима би требало да се изврши дефазификација, и сам избор одговарајућег поступка дефазификације може бити веома битан.

6. ПРИМЕНА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА

6.1. Одређивање значаја евалуационих критеријума засновано на примени PIPRECIA методе

У овом делу рада, приказан је сегмент везан за одређивање тежина тј. значајности евалуационих критеријума заснована на примени PIPRECIA методе (видети поглавље 5.2.). Одређивање тежина се заснива на ставовима 24 испитаника. Интерактивни упитници су осмишљени са циљем да графички и нумерички представе значај критеријума након уношења ставова испитаника, уз могућност да испитаници на крају коригују своје ставове, уколико је то потребно. Путем електронске поште дистрибуирано је укупно 40 упитника. Повратна информација је добијена од 29 испитаника, међутим 24 упитника је попуњено исправно.

Избор евалуационих критеријума је спроведен на основу претходно детаљно прегледане литературе. Критеријуми који ће бити примењени за евалуацију курсева и материјала за е-учење су следећи:

- C_1 - Ниво садржаја,
- C_2 - Метода презентације,
- C_3 - Метода наставе,
- C_4 - Окружење за Е-учење,
- C_5 - Наставни материјали,
- C_6 – Квалитет мултимедијалног садржаја, и
- C_7 – Групни рад и интерактивност.

У наставку рада је дат приказ добијених тежина евалуационих критеријума (табеларно и графички) свих испитаника за наведене критеријуме.

Табела 13. Тежине критеријума добијене од првог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,16
C_2	1,00	1,00	1,00	0,16
C_3	0,90	1,10	0,91	0,14
C_4	1,00	1,00	0,91	0,14
C_5	1,00	1,00	0,91	0,14
C_6	0,80	1,20	0,76	0,12
C_7	1,10	0,90	0,84	0,13
			6,33	1,00

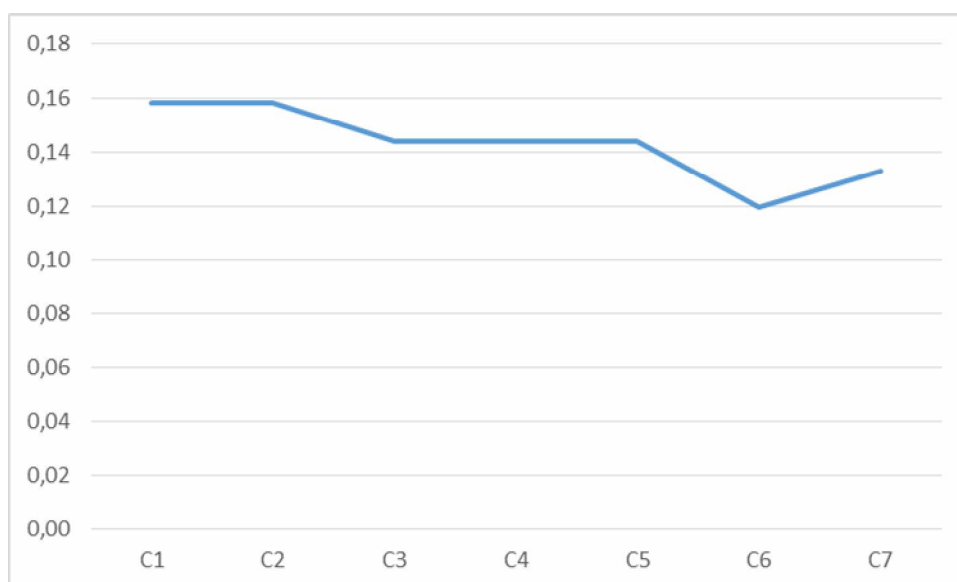


График 1. Графички приказ значаја тежина добијених од првог испитаника

Табела 14. Тежине критеријума добијене од другог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,15
C_2	0,90	1,10	0,91	0,13
C_3	1,00	1,00	0,91	0,13
C_4	1,00	1,00	0,91	0,13
C_5	1,20	0,80	1,14	0,17
C_6	0,90	1,10	1,03	0,15
C_7	0,80	1,20	0,86	0,13
			6,76	1,00

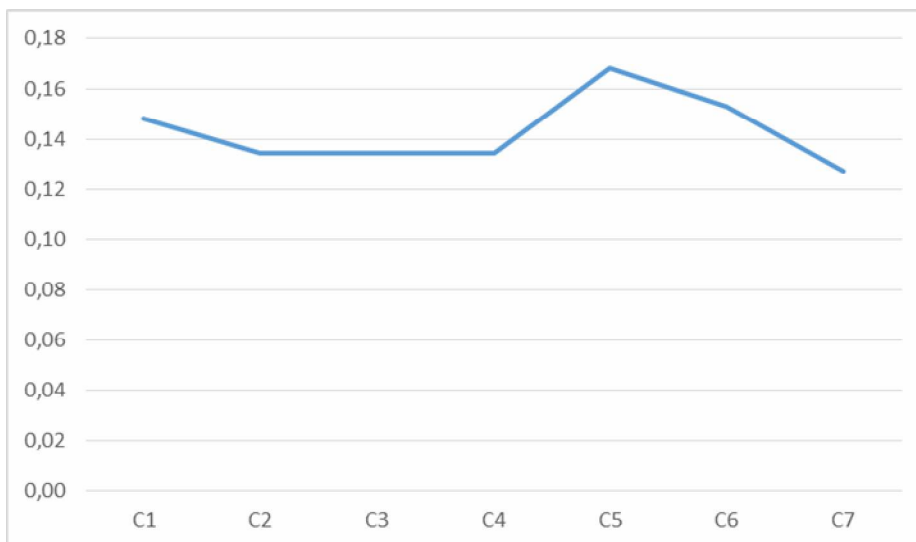


График 2. Графички приказ значаја тежина добијених од другог испитаника

Табела 15. Тежине критеријума добијене од трећег испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,16
C_2	0,80	1,20	0,83	0,13
C_3	0,90	1,10	0,76	0,12
C_4	1,20	0,80	0,95	0,15
C_5	1,00	1,00	0,95	0,15
C_6	1,00	1,00	0,95	0,15
C_7	1,00	1,00	0,95	0,15
			6,38	1,00

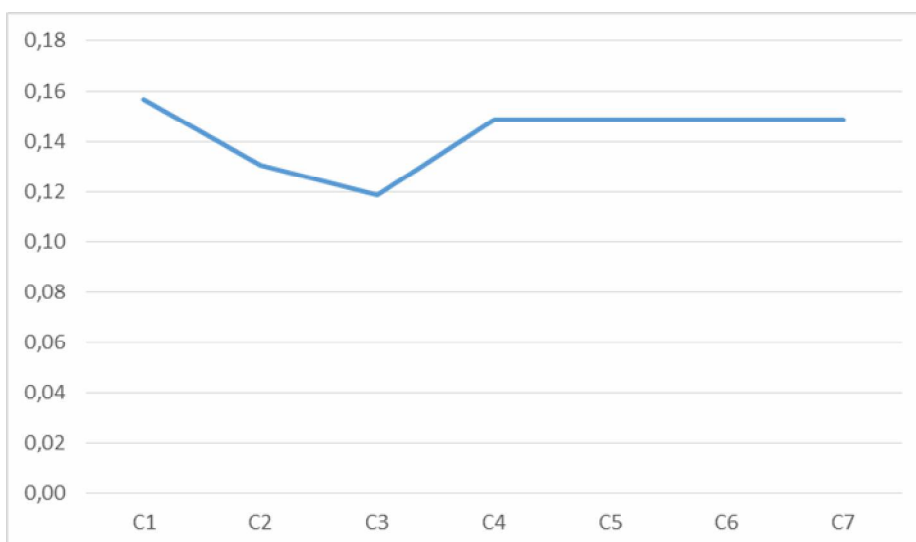


График 3. Графички приказ значаја тежина добијених од трећег испитаника

Табела 16. Тежине критеријума добијене од четвртог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,14
C_2	1,00	1,00	1,00	0,14
C_3	0,90	1,10	0,91	0,13
C_4	1,00	1,00	0,91	0,13
C_5	1,20	0,80	1,14	0,16
C_6	0,90	1,10	1,03	0,14
C_7	1,10	0,90	1,15	0,16
			7,14	1,00

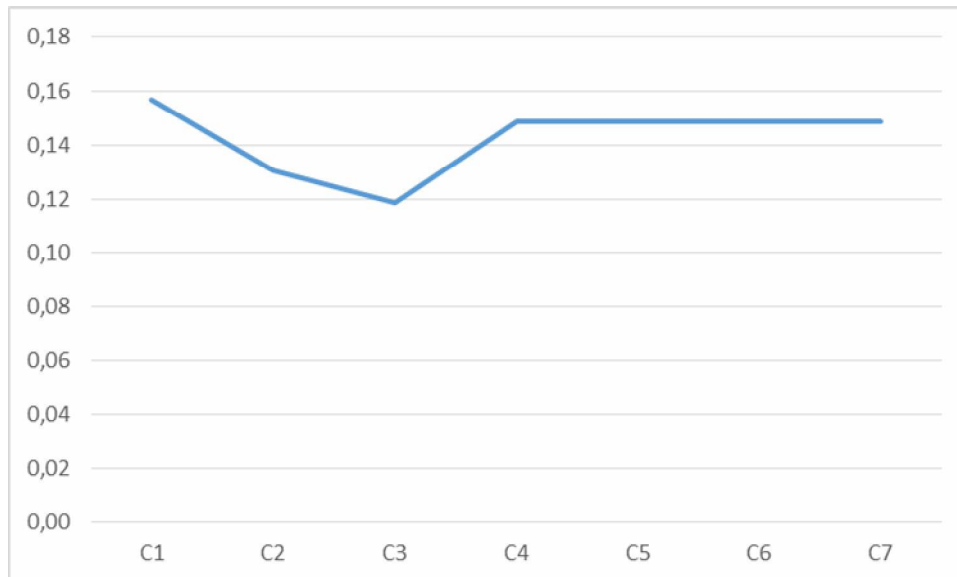


График 4. Графички приказ значаја тежина добијених од четвртог испитаника

Табела 17. Тежине критеријума добијене од петог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,13
C_2	0,80	1,20	0,83	0,11
C_3	1,10	0,90	0,93	0,12
C_4	1,00	1,00	0,93	0,12
C_5	1,30	0,70	1,32	0,18
C_6	1,00	1,00	1,32	0,18
C_7	0,90	1,10	1,20	0,16
			7,53	1,00

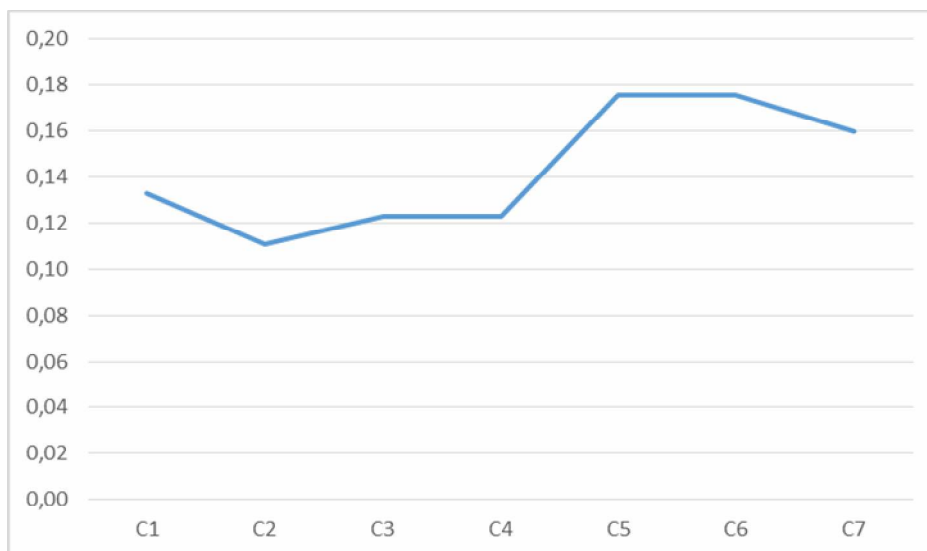


График 5. Графички приказ значаја тежина добијених од петог испитаника

Табела 18. Тежине критеријума добијене од шестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,15
C_2	0,80	1,20	0,83	0,13
C_3	1,00	1,00	0,83	0,13
C_4	1,20	0,80	1,04	0,16
C_5	1,00	1,00	1,04	0,16
C_6	0,90	1,10	0,95	0,14
C_7	1,00	1,00	0,95	0,14
			6,64	1,00

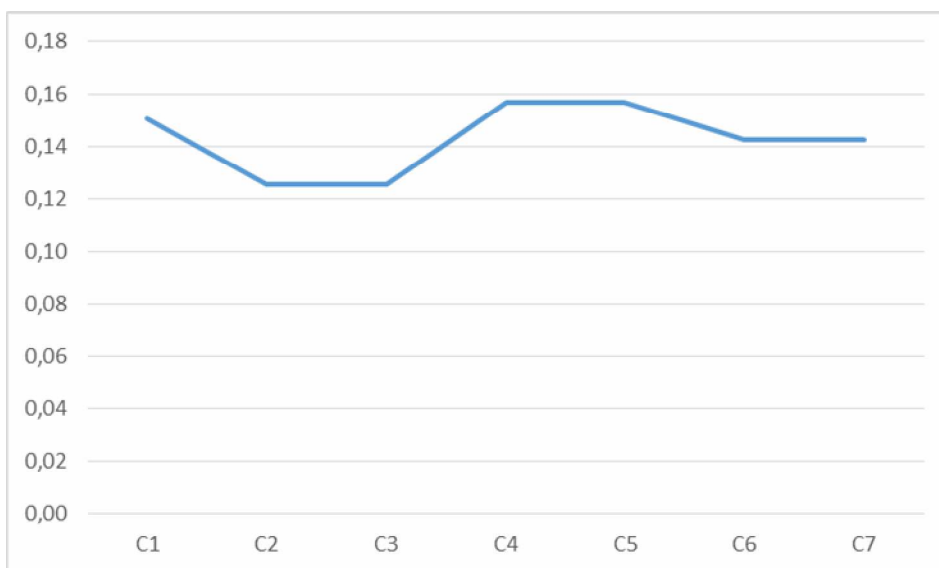


График 6. Графички приказ значаја тежина добијених од шестог испитаника

Табела 19. Тежине критеријума добијене од седмог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,12
C_2	0,90	1,10	0,91	0,11
C_3	1,00	1,00	0,91	0,11
C_4	1,10	0,90	1,01	0,12
C_5	1,20	0,80	1,26	0,15
C_6	1,00	1,00	1,26	0,15
C_7	1,30	0,70	1,80	0,22
			8,16	1,00

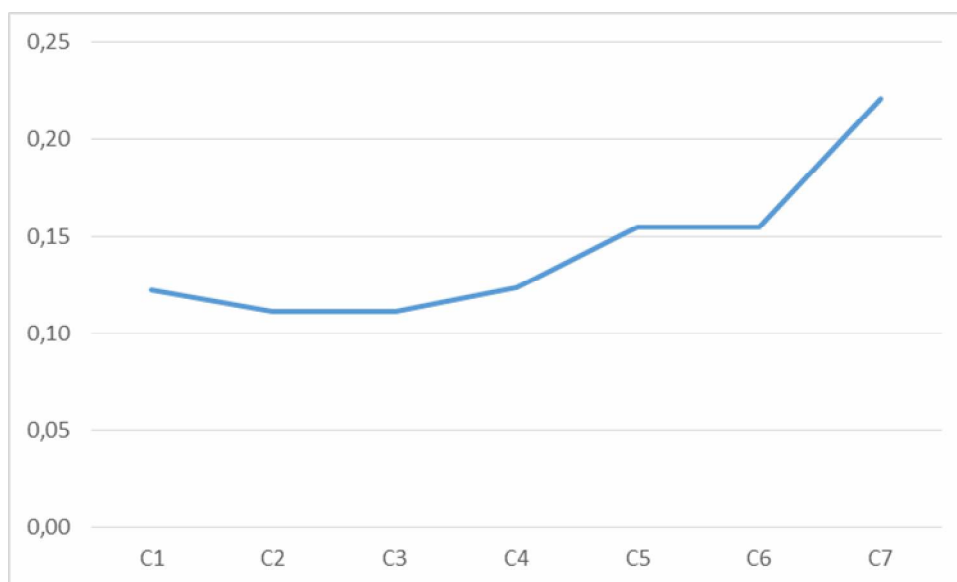


График 7. Графички приказ значаја тежина добијених од седмог испитаника

Табела 20. Тежине критеријума добијене од осмог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,12
C_2	1,20	0,80	1,25	0,16
C_3	1,00	1,00	1,25	0,16
C_4	1,00	1,00	1,25	0,16
C_5	0,90	1,10	1,14	0,14
C_6	0,80	1,20	0,95	0,12
C_7	1,20	0,80	1,18	0,15
			8,02	1,00

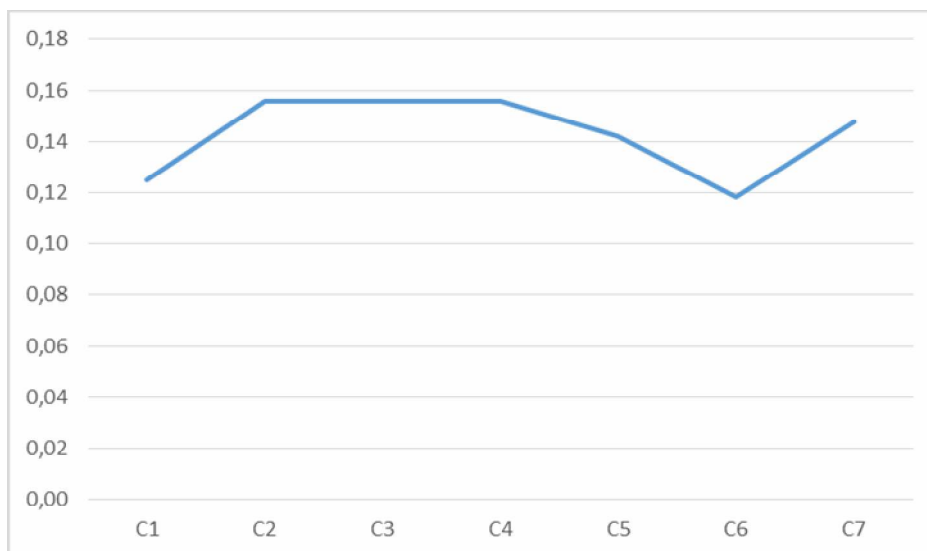


График 8. Графички приказ значаја тежина добијених од осмог испитаника

Табела 21. Тежине критеријума добијене од деветог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,15
C_2	1,00	1,00	1,00	0,15
C_3	0,90	1,10	0,91	0,14
C_4	1,10	0,90	1,01	0,15
C_5	1,00	1,00	1,01	0,15
C_6	0,80	1,20	0,84	0,13
C_7	1,00	1,00	0,84	0,13
			6,61	1,00

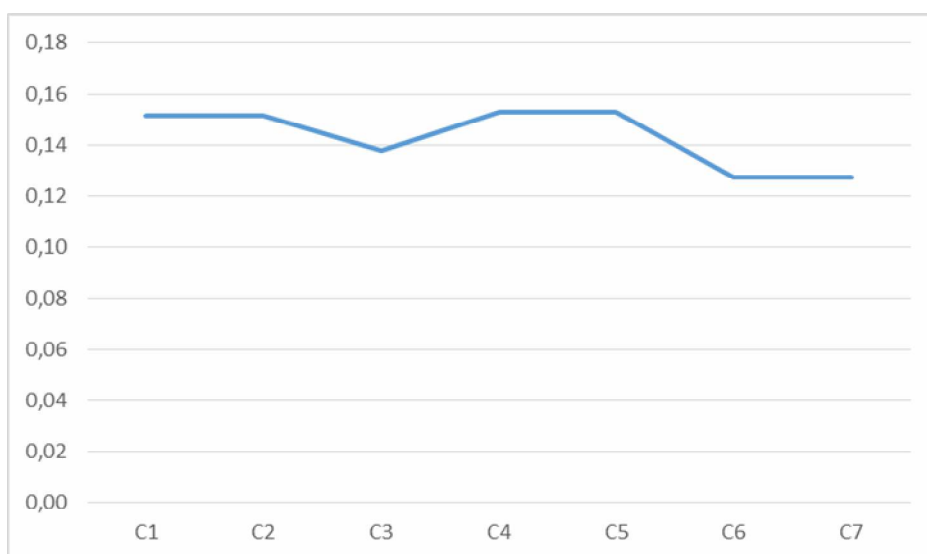


График 9. Графички приказ значаја тежина добијених од деветог испитаника

Табела 22. Тежине критеријума добијене од десетог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,16
C_2	0,80	1,20	0,83	0,13
C_3	0,90	1,10	0,76	0,12
C_4	1,10	0,90	0,84	0,13
C_5	1,00	1,00	0,84	0,13
C_6	1,20	0,80	1,05	0,16
C_7	1,00	1,00	1,05	0,16
			6,38	1,00

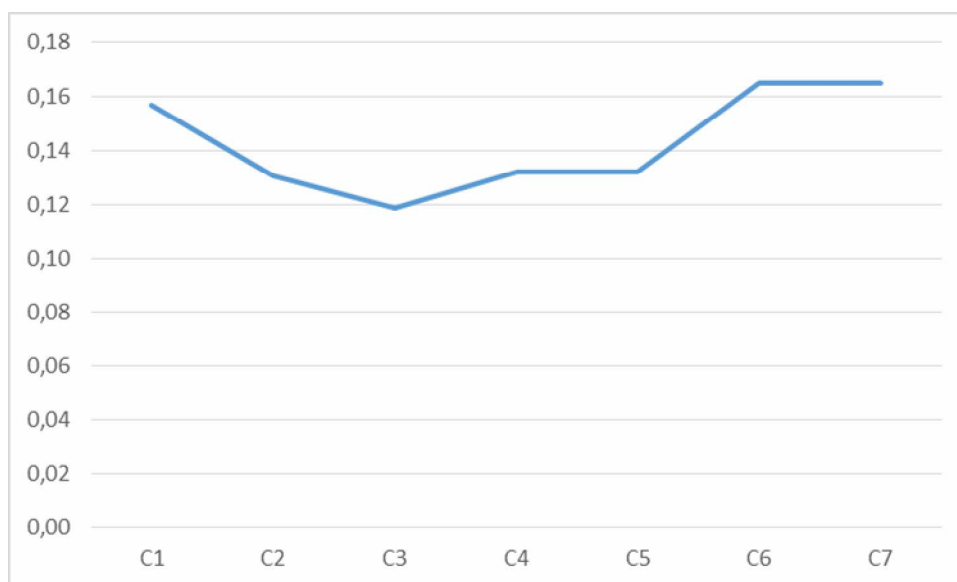


График 10. Графички приказ значаја тежина добијених од десетог испитаника

Табела 23. Тежине критеријума добијене од једанаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,14
C_2	1,00	1,00	1,00	0,14
C_3	0,90	1,10	0,91	0,13
C_4	1,20	0,80	1,14	0,16
C_5	0,90	1,10	1,03	0,14
C_6	1,10	0,90	1,15	0,16
C_7	0,90	1,10	1,04	0,14
			7,27	1,00

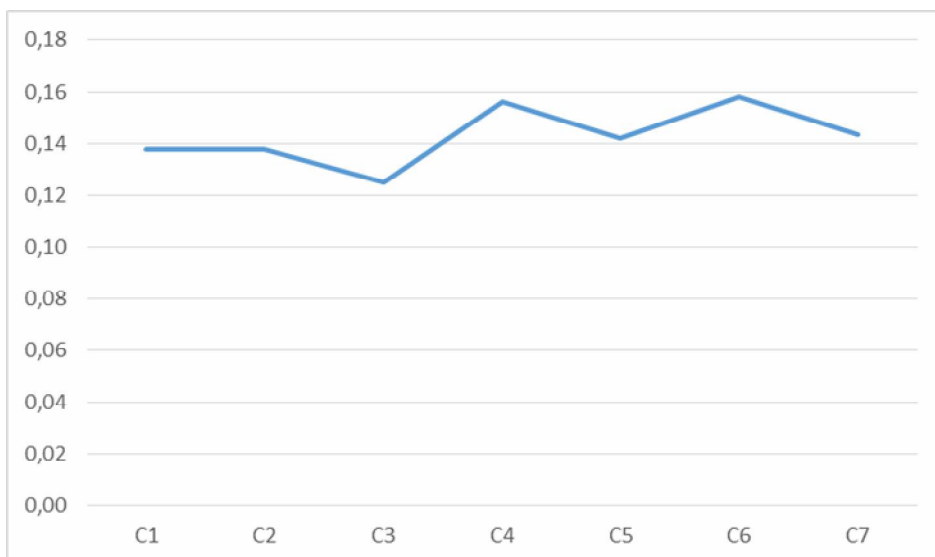


График 11. Графички приказ значаја тежина добијених од једанаестог испитаника

Табела 24. Тежине критеријума добијене од дванаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,13
C_2	0,90	1,10	0,91	0,11
C_3	0,90	1,10	0,83	0,10
C_4	1,30	0,70	1,18	0,15
C_5	1,10	0,90	1,31	0,16
C_6	1,00	1,00	1,31	0,16
C_7	1,10	0,90	1,46	0,18
			8,00	1,00

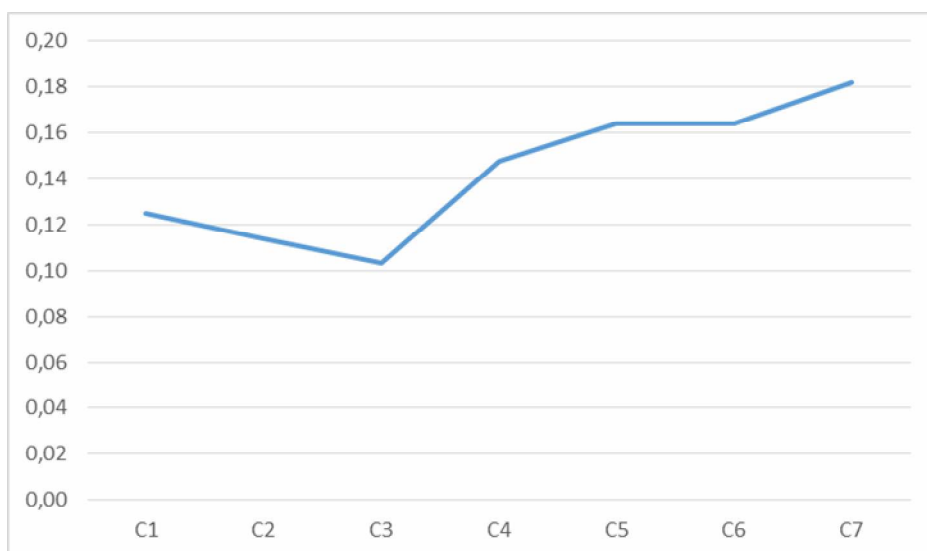


График 12. Графички приказ значаја тежина добијених од дванаестог испитаника

Табела 25. Тежине критеријума добијене од тринаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,17
C_2	0,50	1,50	0,67	0,12
C_3	1,00	1,00	0,67	0,12
C_4	1,10	0,90	0,74	0,13
C_5	1,20	0,80	0,93	0,16
C_6	1,00	1,00	0,93	0,16
C_7	0,90	1,10	0,84	0,15
			5,77	1,00

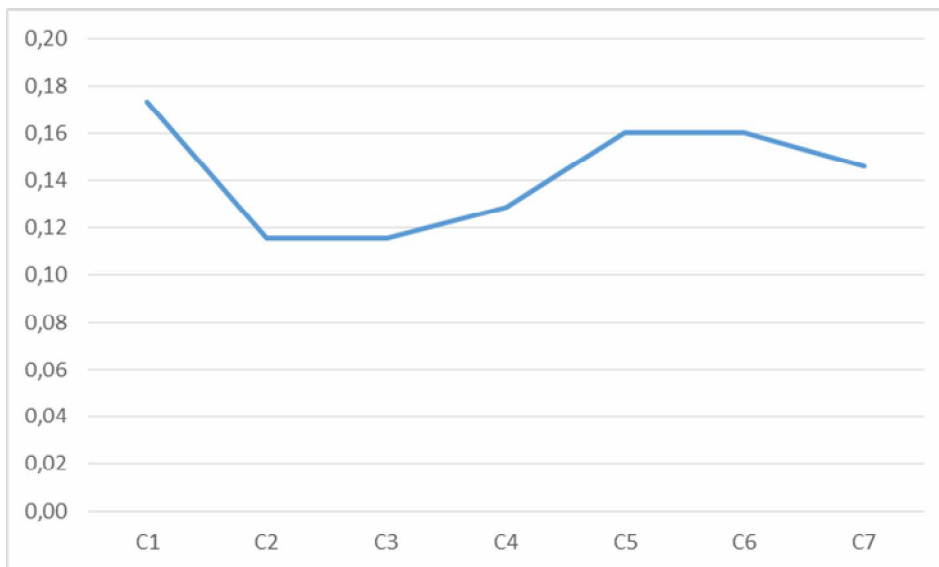


График 13. Графички приказ значаја тежина добијених од тринаестог испитаника

Табела 26. Тежине критеријума добијене од четрнаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,14
C_2	1,10	0,90	1,11	0,16
C_3	0,90	1,10	1,01	0,14
C_4	0,90	1,10	0,92	0,13
C_5	1,00	1,00	0,92	0,13
C_6	1,10	0,90	1,02	0,15
C_7	1,00	1,00	1,02	0,15
			7,00	1,00

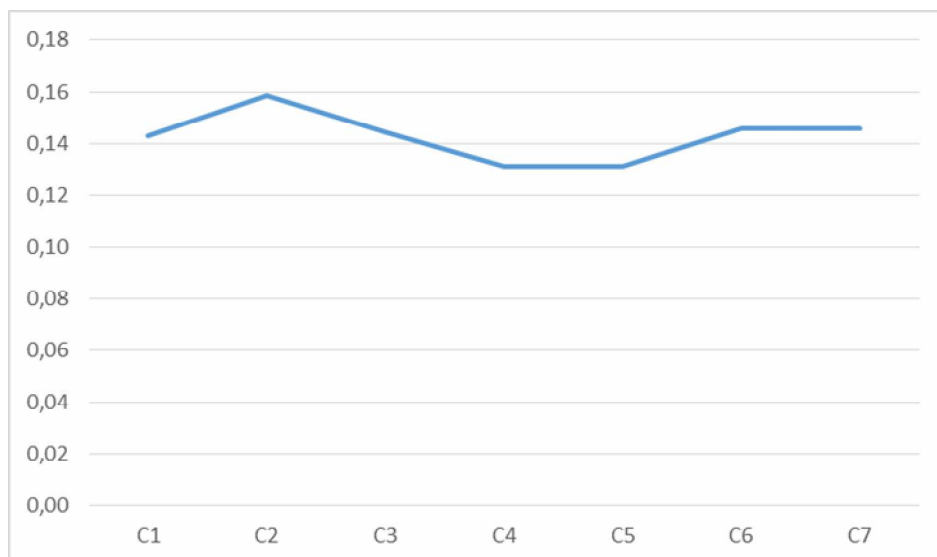


График 14. Графички приказ значаја тежина добијених од четранестог испитаника

Табела 27. Тежине критеријума добијене од петнаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,13
C_2	0,90	1,10	0,91	0,12
C_3	1,10	0,90	1,01	0,14
C_4	1,10	0,90	1,12	0,15
C_5	1,00	1,00	1,12	0,15
C_6	1,00	1,00	1,12	0,15
C_7	1,00	1,00	1,12	0,15
			7,41	1,00

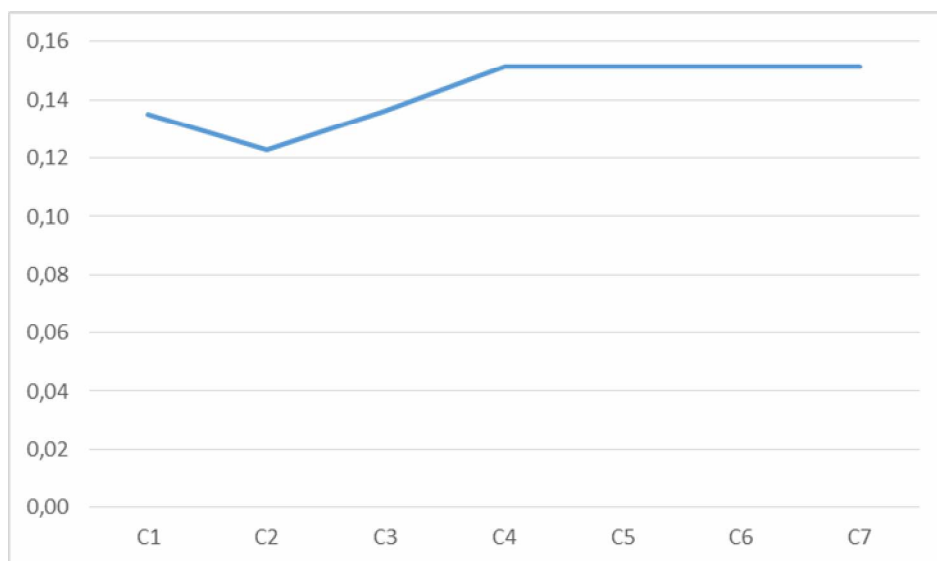


График 15. Графички приказ значаја тежина добијених од петнаестог испитаника

Табела 28. Тежине критеријума добијене од шеснаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,13
C_2	1,00	1,00	1,00	0,13
C_3	1,10	0,90	1,11	0,15
C_4	1,10	0,90	1,23	0,16
C_5	0,90	1,10	1,12	0,15
C_6	1,00	1,00	1,12	0,15
C_7	0,90	1,10	1,02	0,13
			7,61	1,00

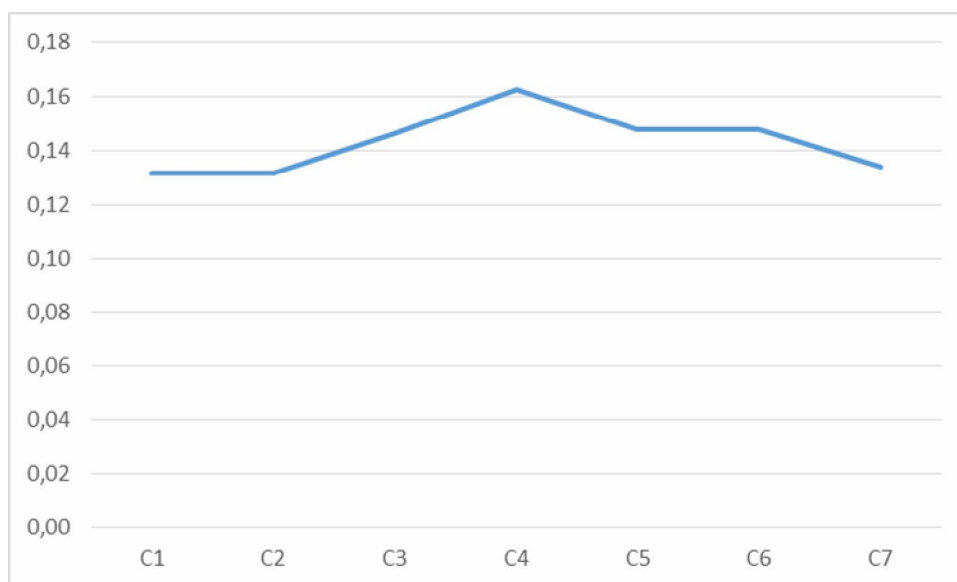


График 16. Графички приказ значаја тежина добијених од шеснаестог испитаника

Табела 29. Тежине критеријума добијене од седамнаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,13
C_2	1,20	0,80	1,25	0,16
C_3	1,00	1,00	1,25	0,16
C_4	1,00	1,00	1,25	0,16
C_5	0,90	1,10	1,14	0,15
C_6	0,80	1,20	0,95	0,12
C_7	1,00	1,00	0,95	0,12
			7,78	1,00

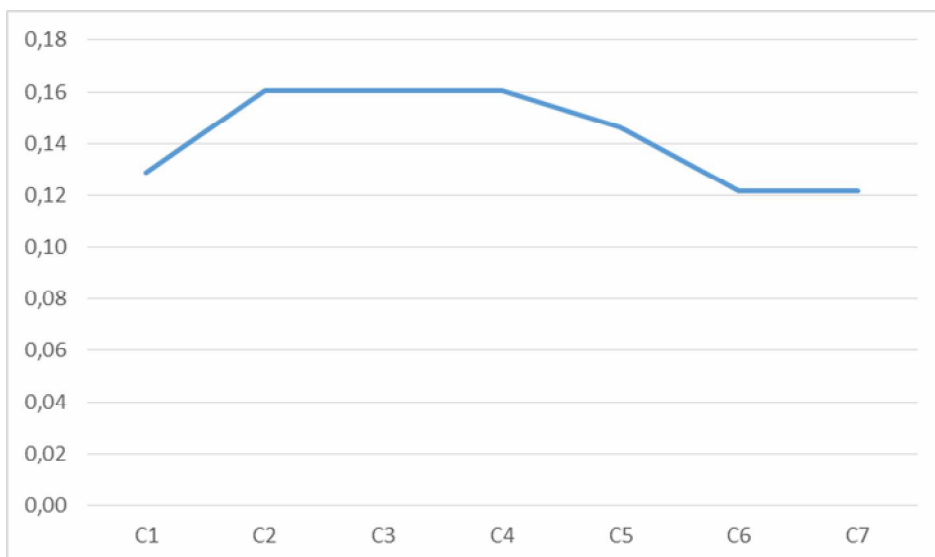


График 17. Графички приказ значаја тежина добијених од седамнаестог испитаника

Табела 30. Тежине критеријума добијене од осамнаестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,17
C_2	0,80	1,20	0,83	0,15
C_3	1,00	1,00	0,83	0,15
C_4	1,00	1,00	0,83	0,15
C_5	1,00	1,00	0,83	0,15
C_6	0,80	1,20	0,69	0,12
C_7	1,00	1,00	0,69	0,12
			5,72	1,00

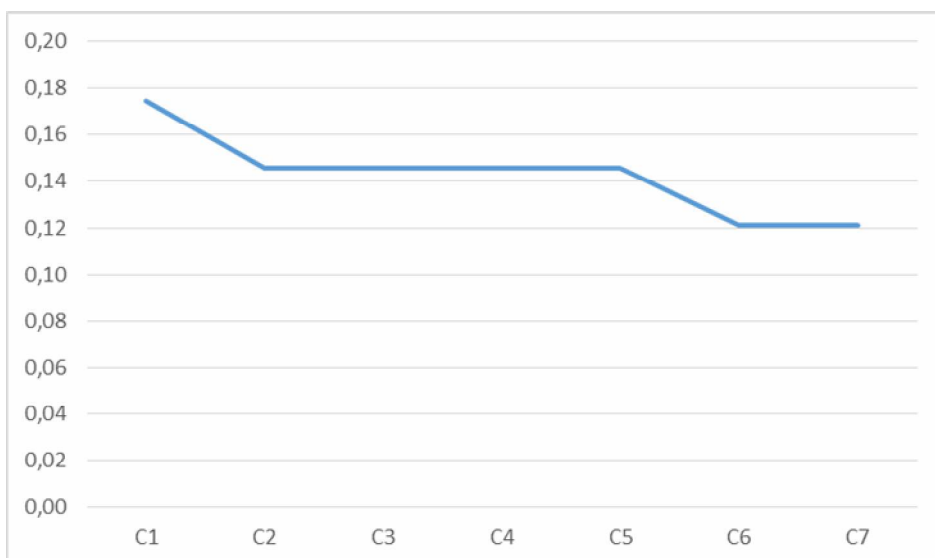


График 18. Графички приказ значаја тежина добијених од осамнаестог испитаника

Табела 31. Тежине критеријума добијене од деветнестог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,14
C_2	1,10	0,90	1,11	0,16
C_3	0,90	1,10	1,01	0,15
C_4	1,00	1,00	1,01	0,15
C_5	1,00	1,00	1,01	0,15
C_6	0,80	1,20	0,84	0,12
C_7	1,10	0,90	0,94	0,14
			6,92	1,00

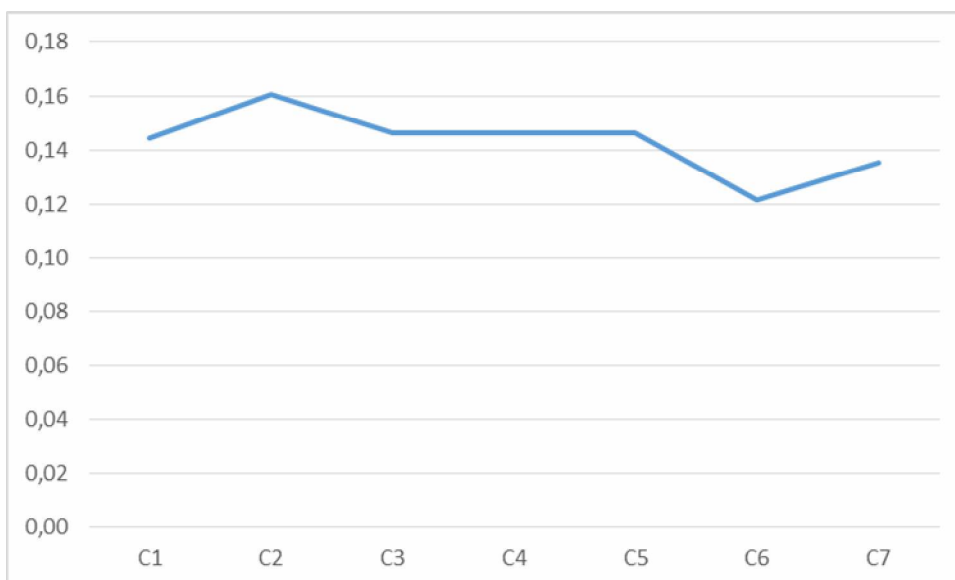


График 19. Графички приказ значаја тежина добијених од деветнаестог испитаника

Табела 32. Тежине критеријума добијене од двадесетог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,15
C_2	0,90	1,10	0,91	0,14
C_3	1,00	1,00	0,91	0,14
C_4	1,10	0,90	1,01	0,15
C_5	1,00	1,00	1,01	0,15
C_6	0,80	1,20	0,84	0,13
C_7	1,20	0,80	1,05	0,16
			6,73	1,00

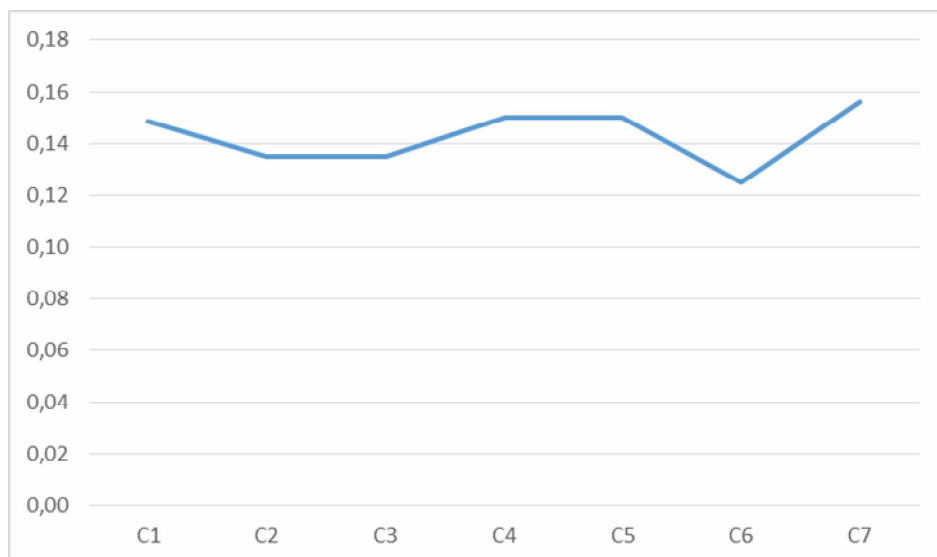


График 20. Графички приказ значаја тежина добијених од двадесетог испитаника

Табела 33. Тежине критеријума добијене од двадесет и првог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,16
C_2	1,00	1,00	1,00	0,16
C_3	0,90	1,10	0,91	0,14
C_4	1,00	1,00	0,91	0,14
C_5	1,00	1,00	0,91	0,14
C_6	0,90	1,10	0,83	0,13
C_7	1,00	1,00	0,83	0,13
			6,38	1,00

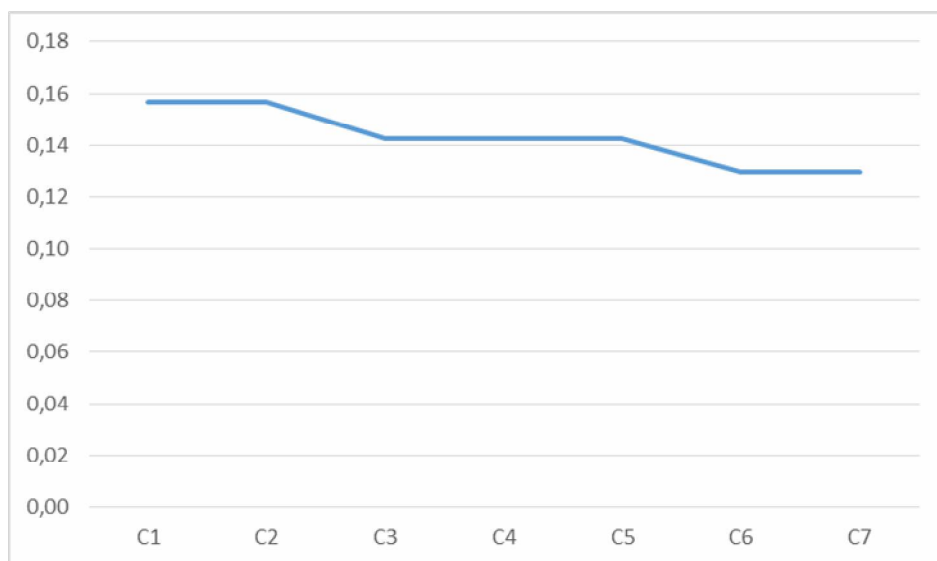


График 21. Графички приказ значаја тежина добијених од двадесет и првог испитаника

Табела 34. Тежине критеријума добијене од двадесет и другог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,15
C_2	1,00	1,00	1,00	0,15
C_3	0,80	1,20	0,83	0,13
C_4	1,10	0,90	0,93	0,14
C_5	1,10	0,90	1,03	0,16
C_6	0,80	1,20	0,86	0,13
C_7	1,00	1,00	0,86	0,13
			6,50	1,00

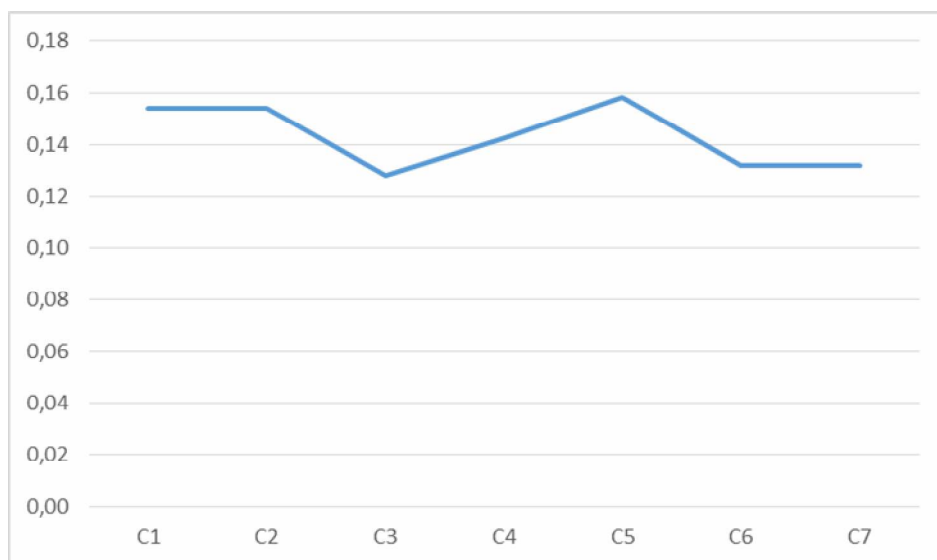


График 22. Графички приказ значаја тежина добијених од двадесет и другог испитаника

Табела 35. Тежине критеријума добијене од двадесет и трећег испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,13
C_2	1,00	1,00	1,00	0,13
C_3	1,20	0,80	1,25	0,16
C_4	0,90	1,10	1,14	0,14
C_5	1,10	0,90	1,26	0,16
C_6	0,90	1,10	1,15	0,14
C_7	1,00	1,00	1,15	0,14
			7,94	1,00

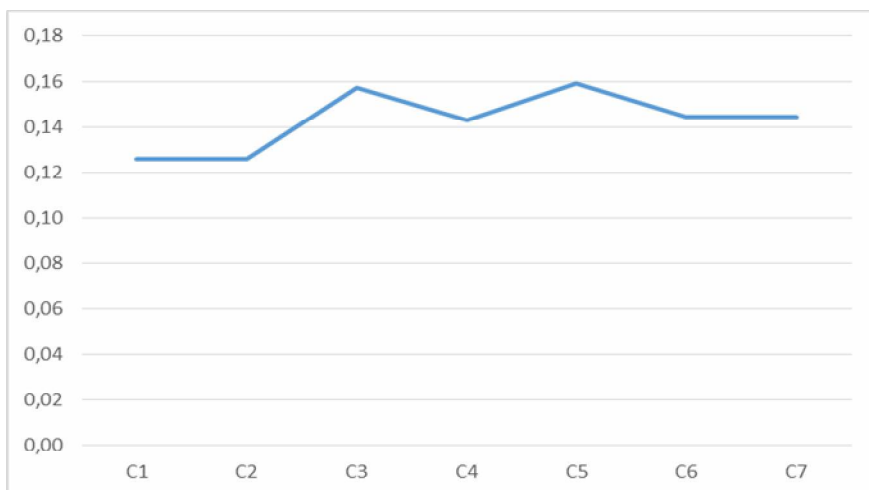


График 23. Графички приказ значаја тежина добијених од двадесет и трећег испитаника

Табела 36. Тежине критеријума добијене од двадесет и четвртог испитаника

Критеријуми	s_j	k_j	q_j	w_j
C_1		1	1	0,15
C_2	0,90	1,10	0,91	0,14
C_3	1,00	1,00	0,91	0,14
C_4	0,90	1,10	0,83	0,13
C_5	1,00	1,00	0,83	0,13
C_6	1,00	1,00	0,83	0,13
C_7	1,30	0,70	1,18	0,18
			6,48	1,00

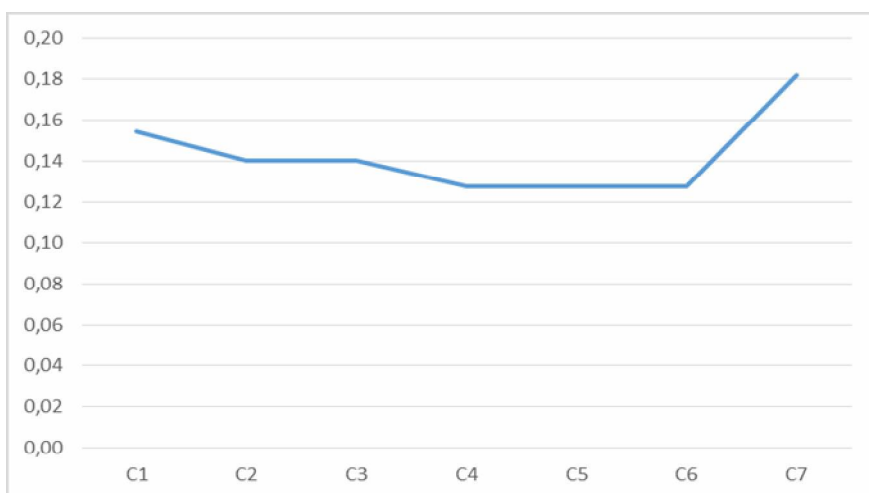


График 24. Графички приказ значаја тежина добијених од двадесет и четвртог испитаника

Финално, у **табели 37** су приказане групне тежине евалуационих критеријума које ће бити коришћене у даљем раду за рангирање алтернатива.

Табела 37. Приказ и рангирање групних тежина евалуационих критеријума

	Критеријуми	w_j^*	w_j	Ранг
C_1	Ниво садржаја	0,144	0,145	3
C_2	Метода презентације	0,137	0,138	6
C_3	Метода наставе	0,133	0,134	7
C_4	Окружење за Е-учење	0,143	0,143	4
C_5	Наставни материјали	0,150	0,151	1
C_6	Квалитет мултимедијалног садржаја	0,141	0,142	5
C_7	Групни рад и интерактивност	0,147	0,148	2
	Σ	0,994	1,000	

Као што се види из **табеле 37**, најзначајнији критеријум према мишљењу испитаника јесте C_5 - Наставни материјали.

6.2. Приказ оцена испитаника предложених алтернатива

У раду је извршена евалуација четири курса за е-учење, означених као A_1 , A_2 , A_3 , и A_4 . Курсеви који су подвргнути евалуацији односе се на усвајање знања и вештина везаних за област програмирања. У питању су следећи веб-сајтови на којима се организују онлајн курсеви из поменуте области:

- Cubes (<https://cubes.edu.rs/kursevi-programiranja-beograd/php-web-ios-android-html-css-javascript-digitalni-marketing?language=sr>);
- ITAcademy (<https://www.it-akademija.com>);
- Link-eLearning (<https://link-elearning.com/site/home>); и
- Ok School (<https://www.ok-school.com/lokacija-i-kontakt/>).

Без обзира на то што је евалуација заснована на претходно наведена четири програма, у даљем тексту се неће јасно истицати који курсеви су у питању у циљу избегавања промоције истих. Добијени резултати ће бити коментарисани у смислу разматрања применљивости предложене методологије у области евалуације и унапређења квалитета онлајн едукације.

Евалуација курсева је извршена на основу седам критеријума који су наведени у претходном делу, и то:

- C_1 - Ниво садржаја
- C_2 - Метода презентације
- C_3 - Метода наставе
- C_4 - Окружење за Е-учење
- C_5 - Наставни материјали
- C_6 – Квалитет мултимедијалног садржаја
- C_7 – Групни рад и интерактивност

У поступку евалуације је учествовало укупно двадесет и четири испитаника. У наставку рада је дат приказ оцена (табеларно и графички) свих испитаника за наведене алтернативе.

Табела 38. Оцене добијене од првог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	4	3	3	4	2	4	5
A_2	3	5	2	4	4	4	4
A_3	5	5	4	5	3	3	2
A_4	4	5	5	4	4	4	4

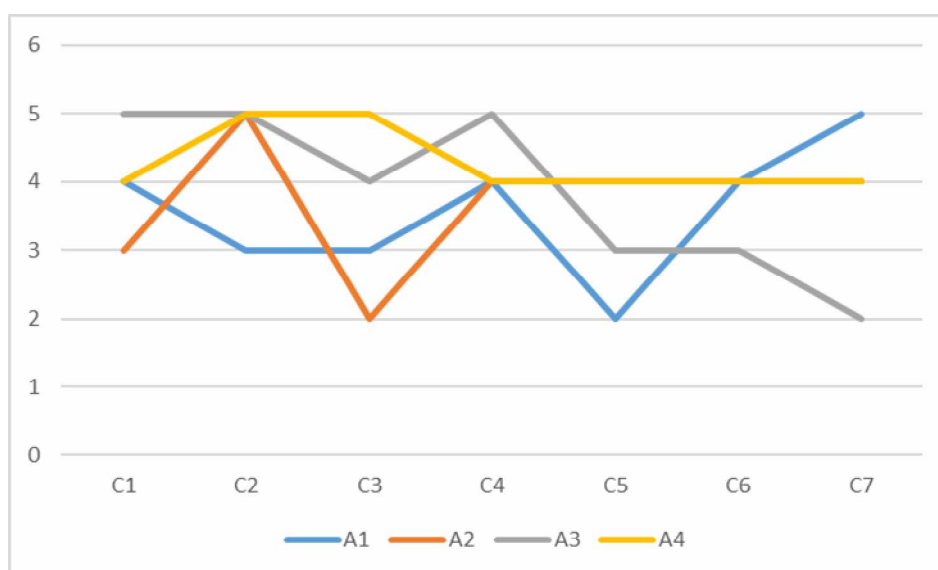


График 25. Графички приказ оцена добијених од првог испитаника

Табела 39. Оцене добијене од другог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	2	3	5	5	2	3	2
A_2	4	5	4	5	4	4	5
A_3	5	4	4	5	5	5	3
A_4	3	5	3	4	4	5	4

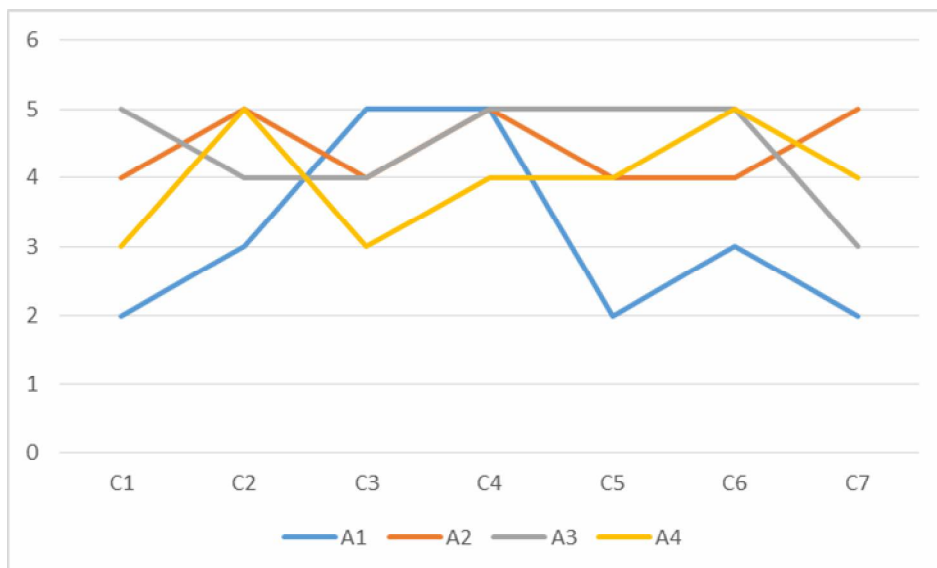


График 26. Графички приказ оцена добијених од другог испитаника

Табела 40. Оцене добијене од трећег испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	3	3	3	4	5	4	4
A ₂	2	4	4	3	2	5	5
A ₃	5	4	4	3	4	5	3
A ₄	5	5	5	3	3	4	4

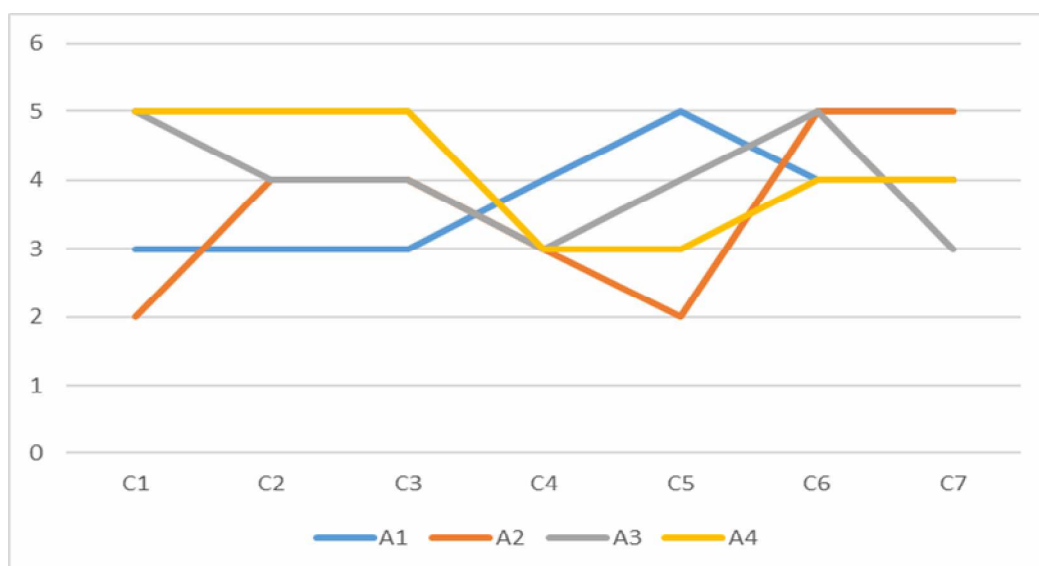


График 27. Графички приказ оцена добијених од трећег испитаника

Табела 41. Оцене добијене од четвртог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	4	4	3	5	3	4	4
A_2	4	3	4	4	4	4	4
A_3	5	3	4	5	4	4	5
A_4	4	5	3	4	4	4	4

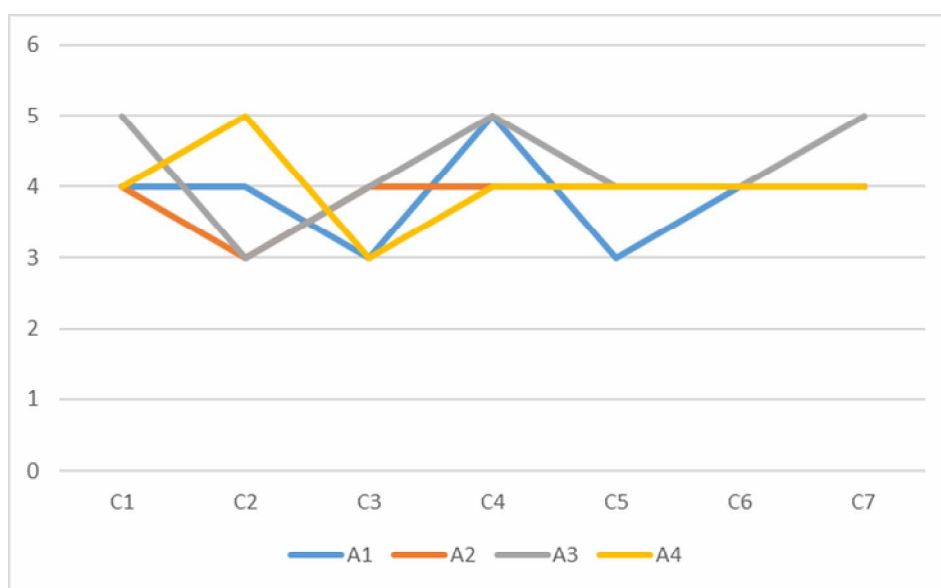


График 28. Графички приказ оцена добијених од четвртог испитаника

Табела 42. Оцене добијене од петог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	3	4	5	4	3	2	2
A_2	3	3	4	4	4	4	4
A_3	3	5	3	3	4	5	2
A_4	4	4	3	4	3	4	4

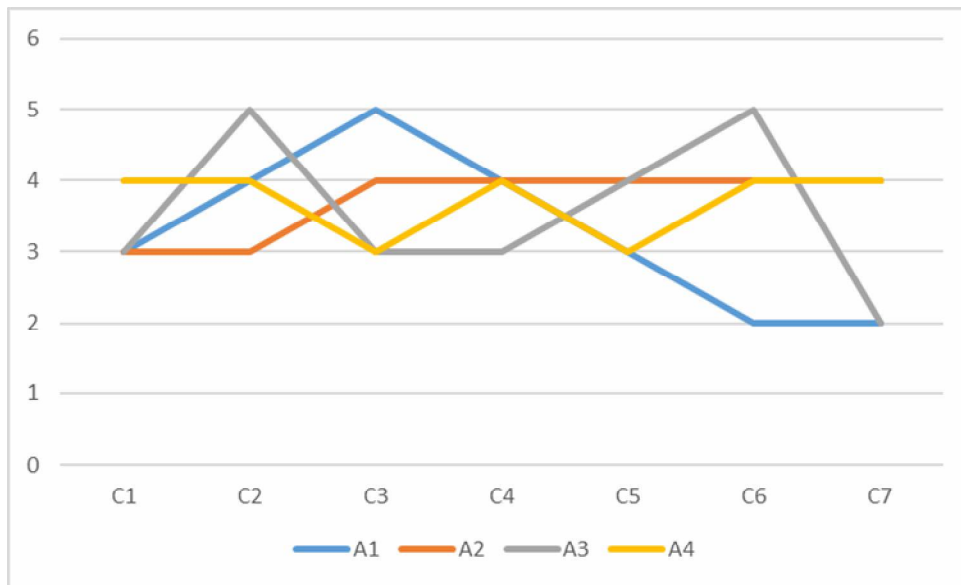


График 29. Графички приказ оцена добијених од петог испитаника

Табела 43. Оцене добијене од шестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	4	4	2	4	5	4	4
A ₂	5	3	5	4	4	4	4
A ₃	5	3	3	5	3	3	3
A ₄	4	5	2	4	4	4	4

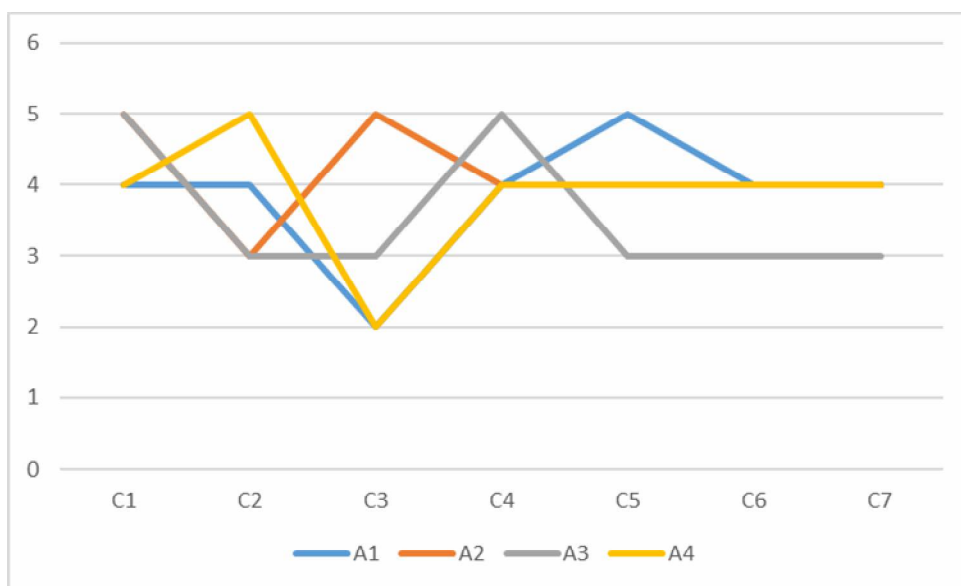


График 30. Графички приказ оцена добијених од шестог испитаника

Табела 44. Оцене добијене од седмог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	3	5	4	4	4	5	5
A ₂	2	5	4	4	4	5	4
A ₃	3	4	3	3	3	4	4
A ₄	3	5	5	3	3	5	4

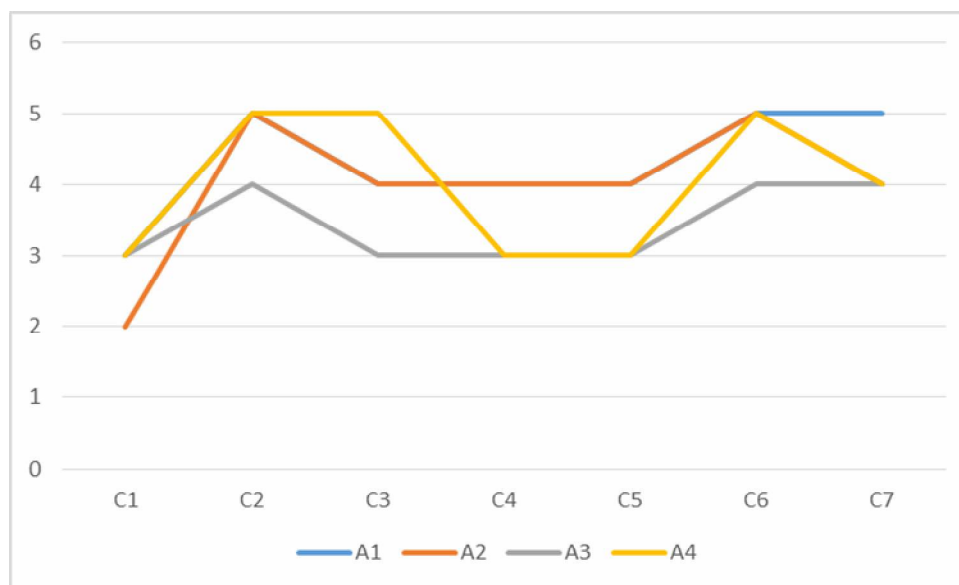


График 31. Графички приказ оцена добијених од седмог испитаника

Табела 45. Оцене добијене од осмог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	4	4	4	5	4	5	4
A ₂	3	5	5	5	4	5	5
A ₃	3	5	5	5	5	3	5
A ₄	2	5	4	4	5	4	5

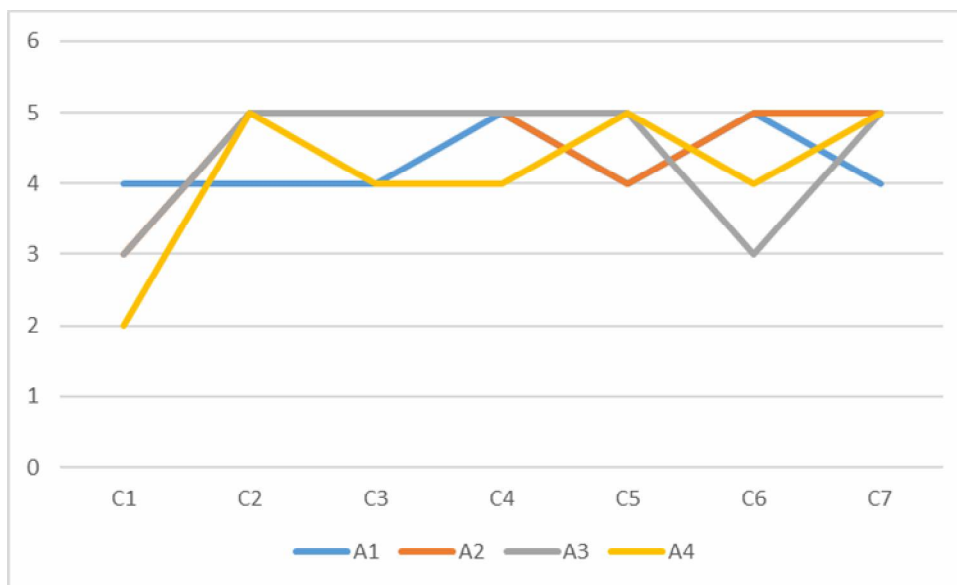


График 32. Графички приказ оцена добијених од осмог испитаника

Табела 46. Оцене добијене од деветог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	3	3	5	3	3	1	2
A ₂	3	5	2	4	4	4	4
A ₃	4	3	2	5	3	4	3
A ₄	4	5	5	4	5	4	3

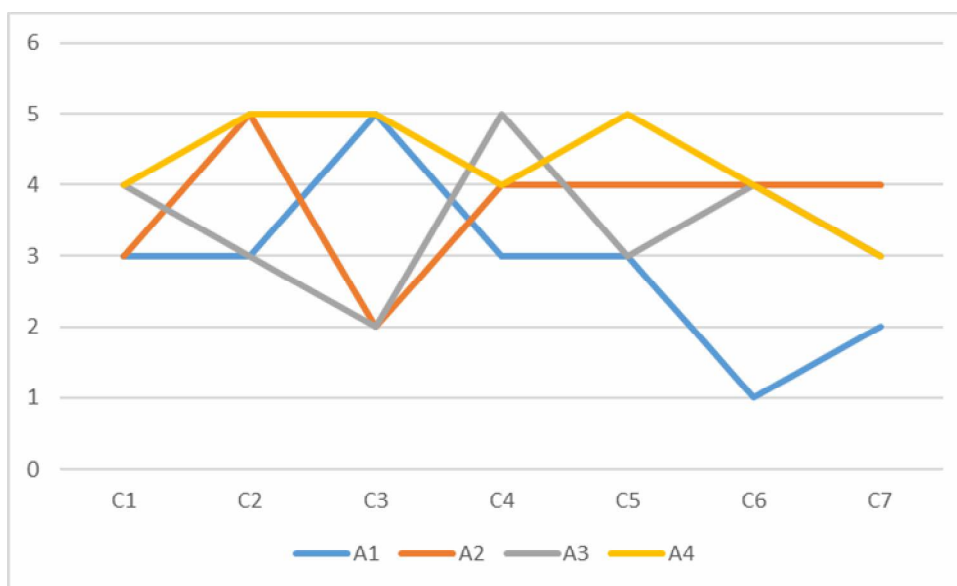


График 33. Графички приказ оцена добијених од деветог испитаника

Табела 47. Оцене добијене од десетог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	4	5	4	5	5	4	3
A_2	3	4	4	4	5	5	2
A_3	3	4	5	3	3	5	4
A_4	4	4	5	5	5	3	3

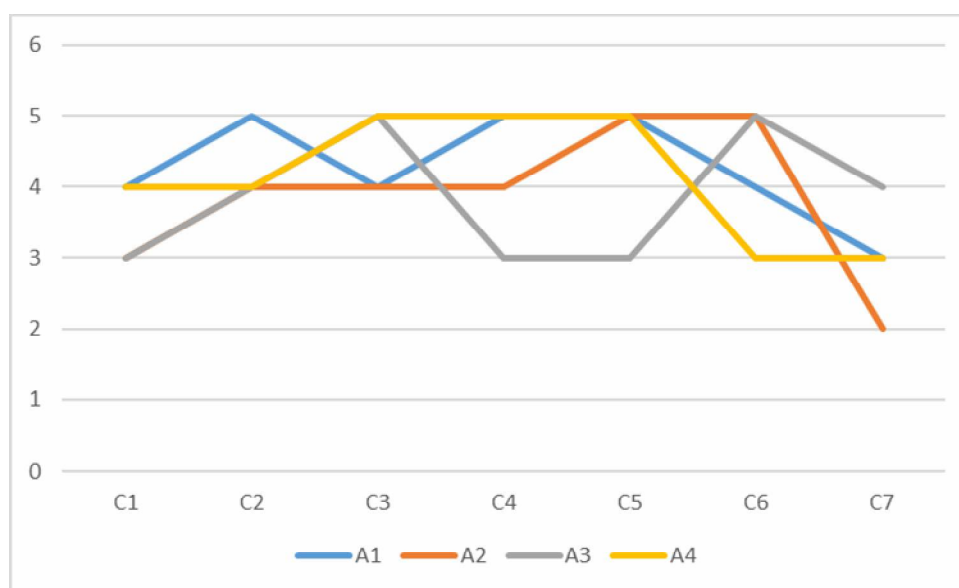


График 34. Графички приказ оцена добијених од десетог испитаника

Табела 48. Оцене добијене од једанаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	3	5	4	4	4	4	4
A_2	3	5	4	5	5	5	5
A_3	3	3	4	4	5	4	5
A_4	5	4	3	2	4	5	4

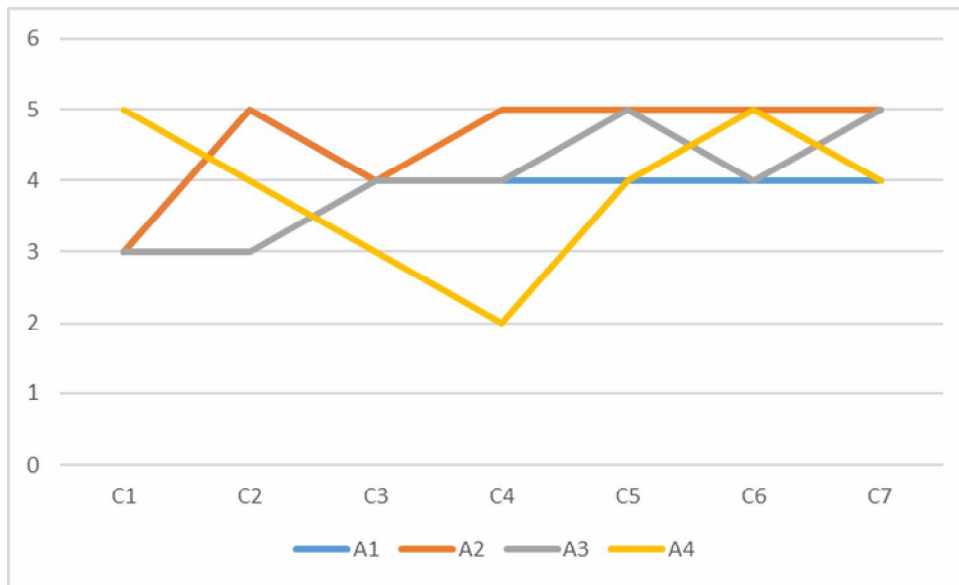


График 35. Графички приказ оцена добијених од једанаестог испитаника

Табела 49. Оцене добијене од дванаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	2	2	3	2	1	2	3
A ₂	2	3	2	2	1	4	2
A ₃	3	2	1	1	3	5	3
A ₄	2	2	4	1	4	2	2

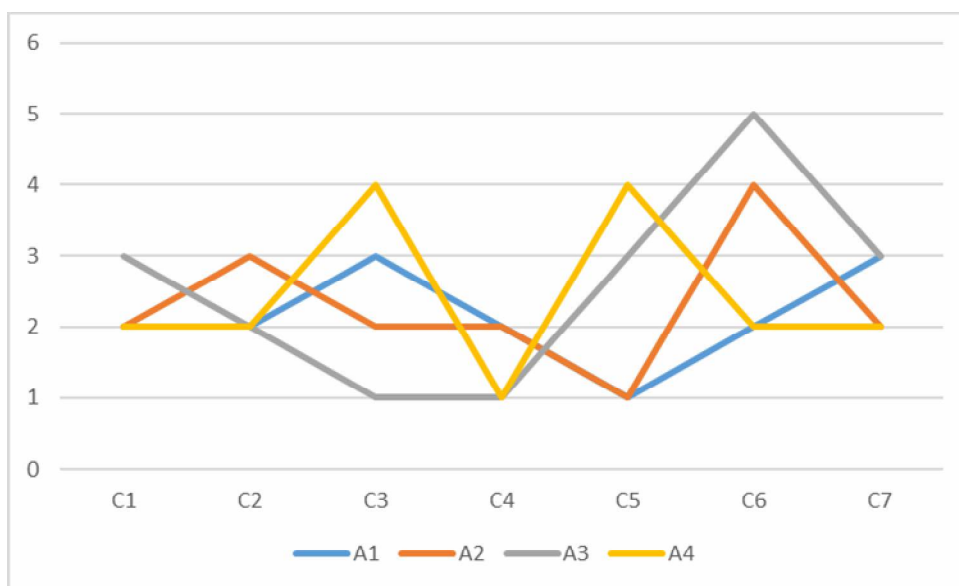


График 36. Графички приказ оцена добијених од дванаестог испитаника

Табела 50. Оцене добијене од тринаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	3	4	3	2	4	2	4
A_2	3	2	2	2	3	2	3
A_3	2	3	3	3	4	3	3
A_4	3	4	2	4	3	2	2

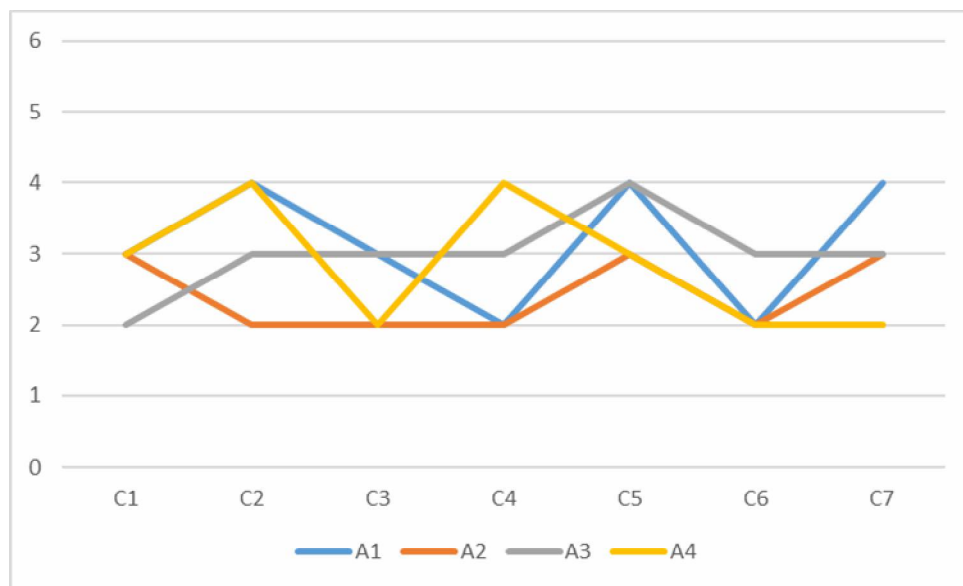


График 37. Графички приказ оцена добијених од тринаестог испитаника

Табела 51. Оцене добијене од четрнаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	4	2	2	3	4	5	3
A_2	3	3	3	3	4	4	3
A_3	4	4	4	3	3	4	4
A_4	3	5	4	4	5	2	3

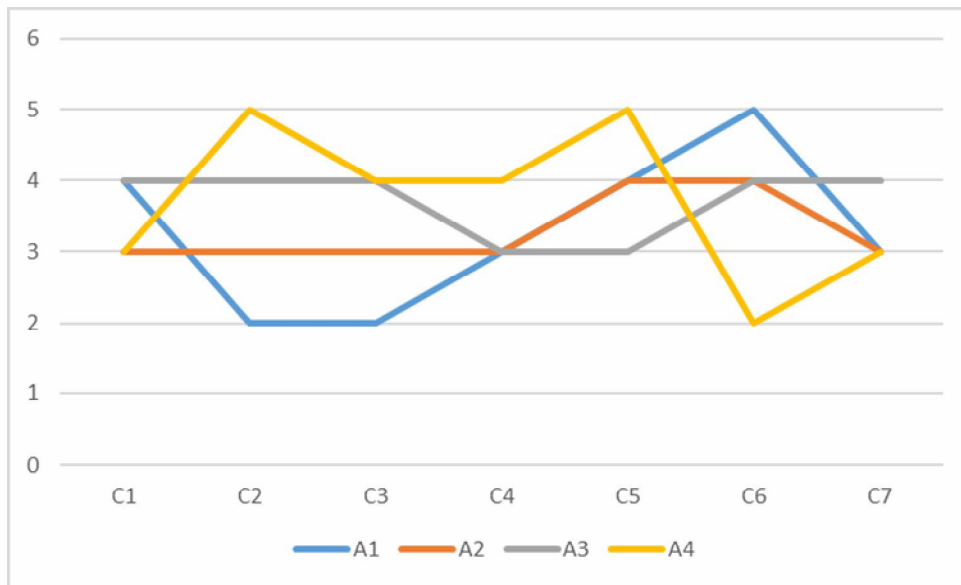


График 38. Графички приказ оцена добијених од четрнаестог испитаника

Табела 52. Оцене добијене од петнаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	5	4	3	5	3	2	3
A ₂	3	4	3	4	5	4	4
A ₃	5	3	2	5	2	4	4
A ₄	3	4	4	3	5	2	5

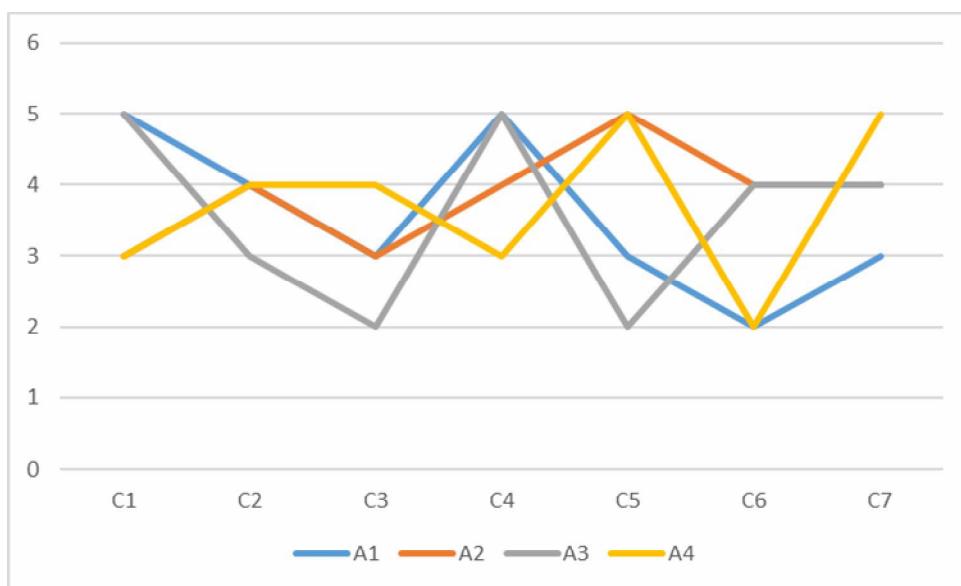


График 39. Графички приказ оцена добијених од петнаестог испитаника

Табела 53. Оцене добијене од шеснаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	2	3	3	2	3	2	3
A_2	2	3	3	3	3	2	3
A_3	3	2	2	3	2	3	3
A_4	2	2	3	2	3	2	3

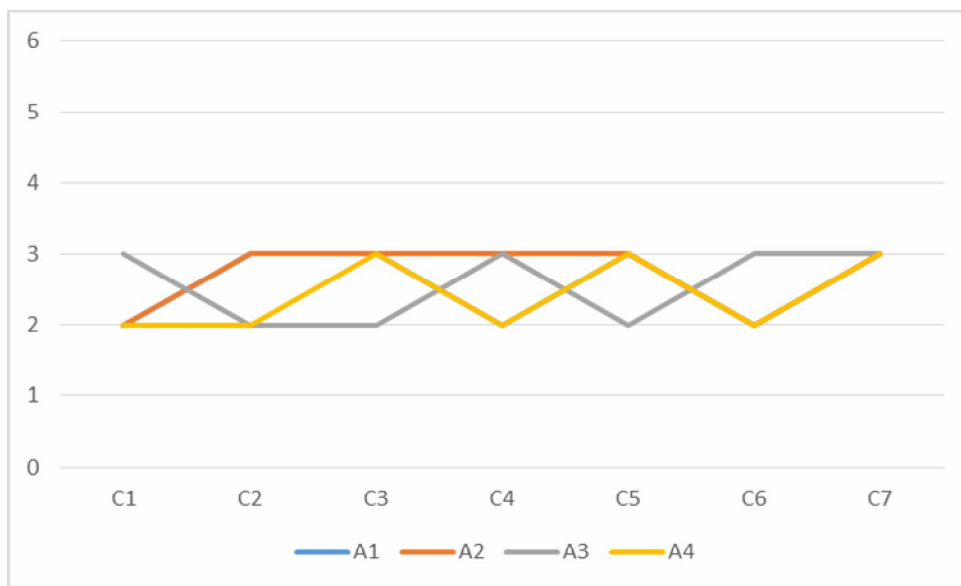


График 40. Графички приказ оцена добијених од шеснаестог испитаника

Табела 54. Оцене добијене од седамнаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	2	2	2	1	2	2	1
A_2	3	3	2	2	3	2	1
A_3	3	1	1	2	4	1	2
A_4	2	2	2	1	1	1	2

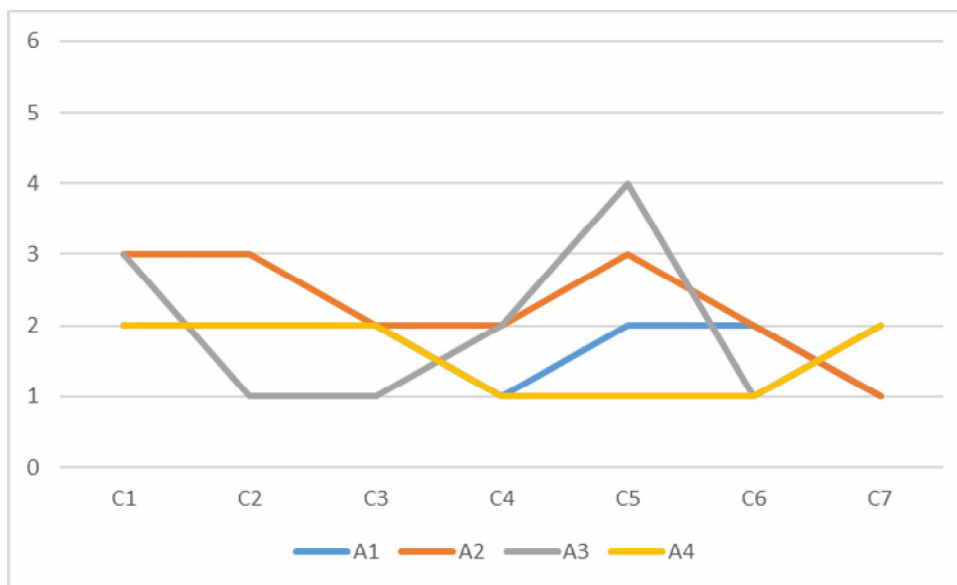


График 41. Графички приказ оцена добијених од седамнаестог испитаника

Табела 55. Оцене добијене од осамнаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	5	4	4	5	4	3	2
A ₂	5	4	3	5	4	4	5
A ₃	4	5	2	5	4	4	4
A ₄	5	4	5	4	4	3	3

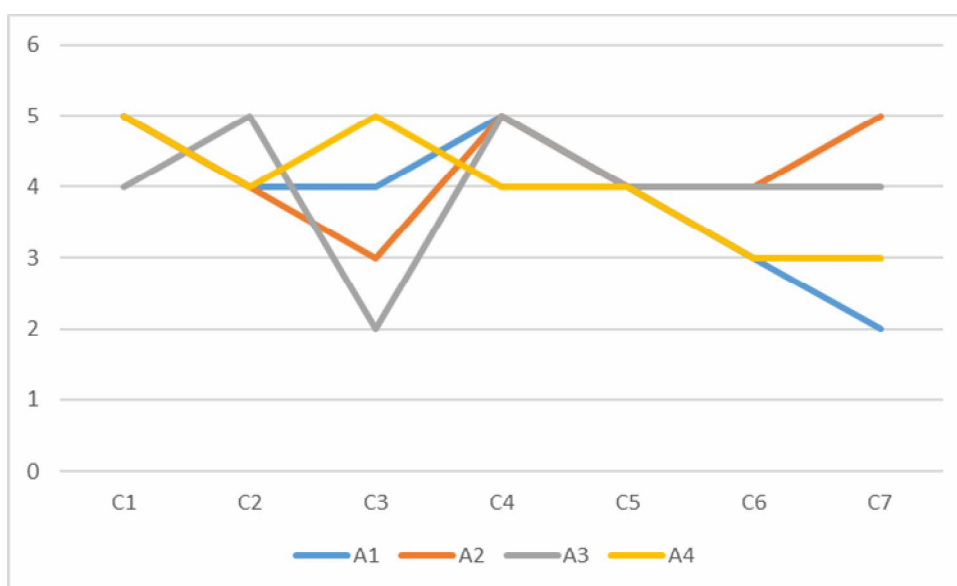


График 42. Графички приказ оцена добијених од осамнаестог испитаника

Табела 56. Оцене добијене од деветнаестог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	1	3	3	1	2	1	2
A_2	3	5	2	4	4	4	4
A_3	1	3	1	1	3	1	3
A_4	4	5	5	4	4	4	4

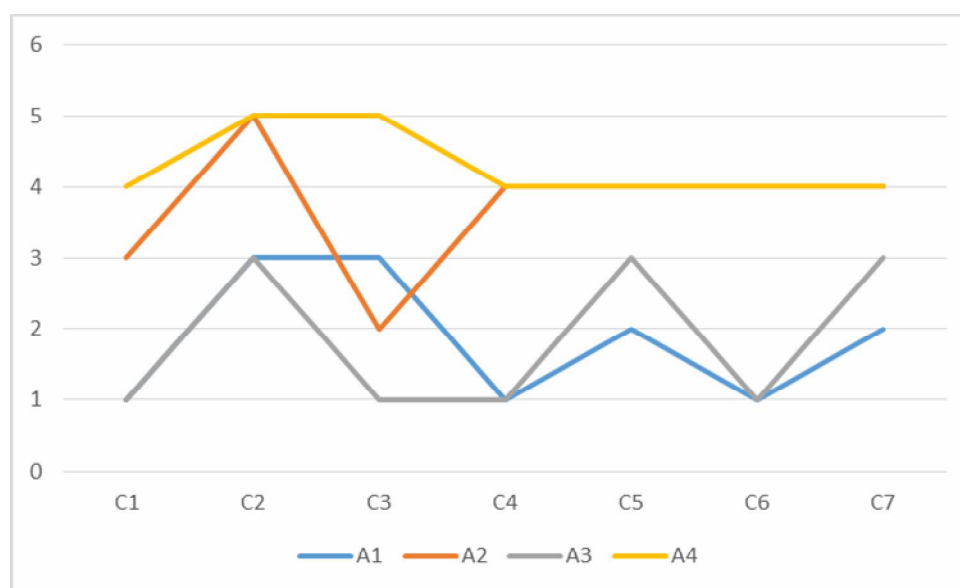


График 43. Графички приказ оцена добијених од деветнаестог испитаника

Табела 57. Оцене добијене од двадесетог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	4	3	4	3	5	3	2
A_2	4	5	4	4	3	4	2
A_3	5	3	5	3	2	5	4
A_4	4	5	3	5	5	2	2

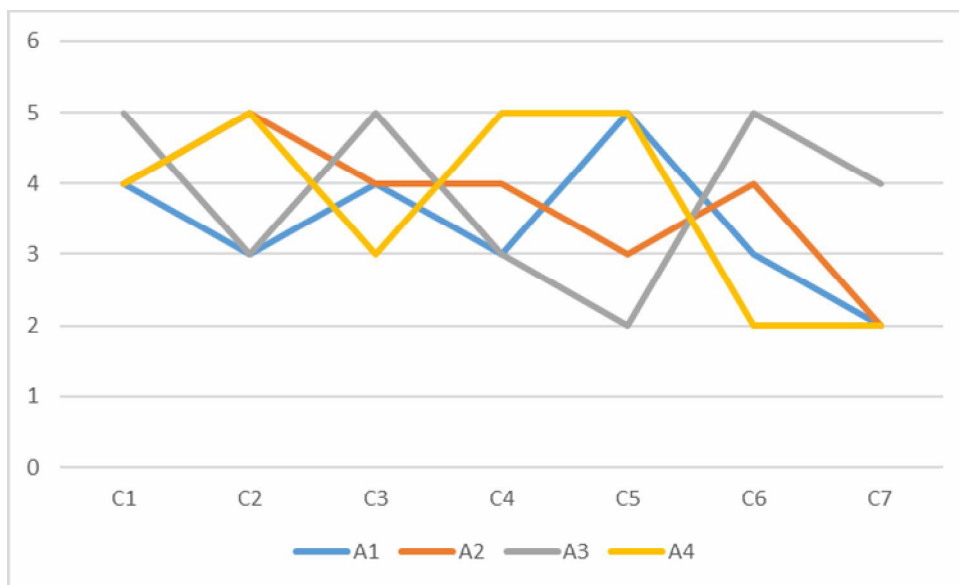


График 44. Графички приказ оцена добијених од двадесетог испитаника

Табела 58. Оцене добијене од двадесет и првог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	2	3	2	4	2	2	2
A_2	3	3	4	3	2	2	3
A_3	4	2	3	3	3	3	2
A_4	3	3	2	2	1	2	2

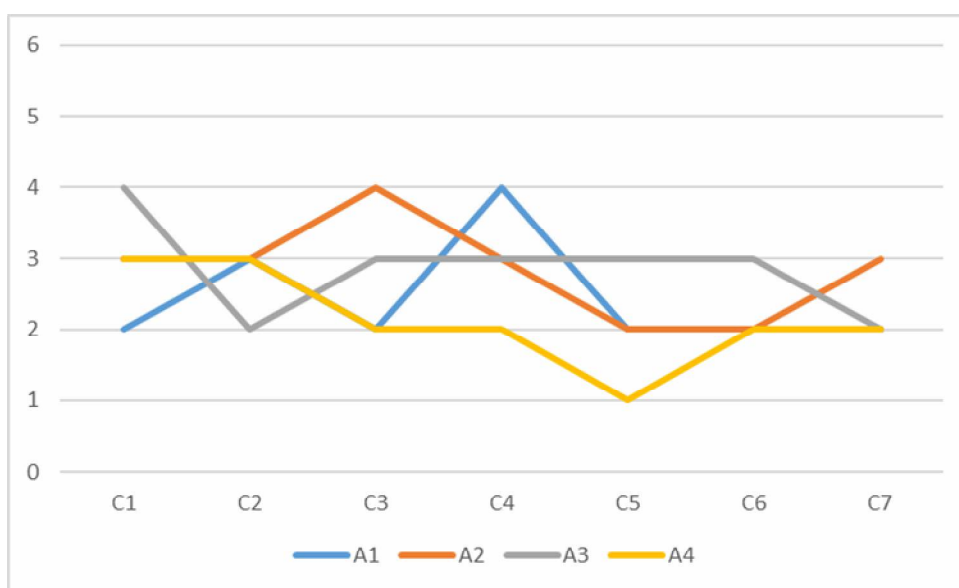


График 45. Графички приказ оцена добијених од двадесет и првог испитаника

Табела 59. Оцене добијене од двадесет и другог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	2	2	3	3	2	2	2
A_2	2	3	3	2	4	3	4
A_3	3	3	2	1	3	1	2
A_4	2	2	3	4	4	2	2

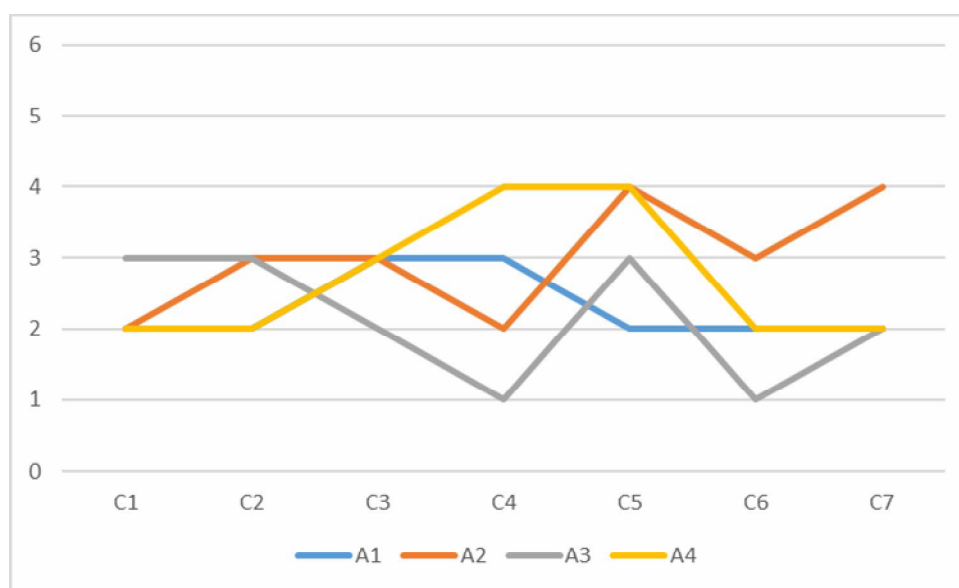


График 46. Графички приказ оцена добијених од двадесет и другог испитаника

Табела 60. Оцене добијене од двадесет и трећег испитаника

Критеријуми Алтернативе	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	3	5	4	2	3	4	2
A_2	4	3	4	2	2	2	4
A_3	4	2	3	4	1	3	3
A_4	3	1	2	3	5	2	5

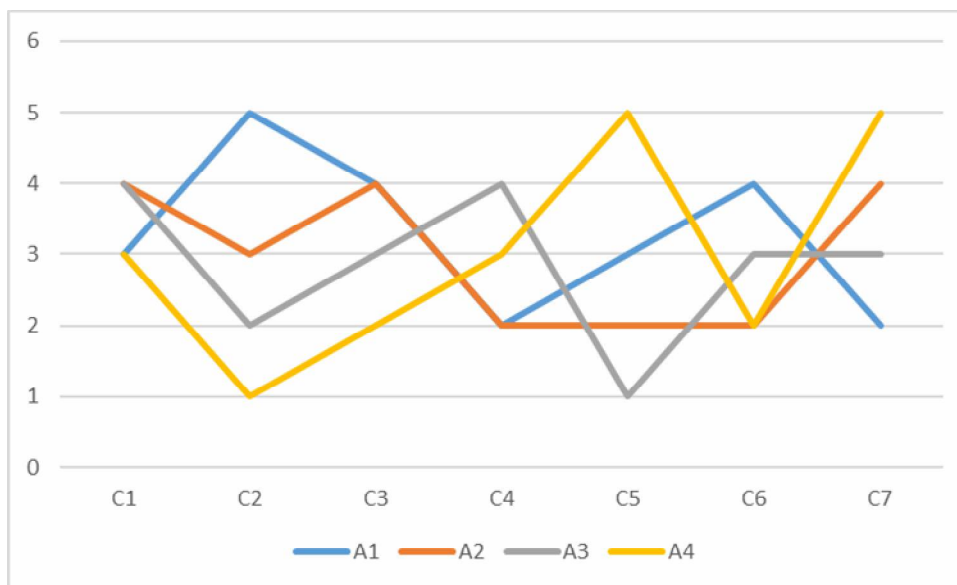


График 47. Графички приказ оцена добијених од двадесет и трећег испитаника

Табела 61. Оцене добијене од двадесет и четвртог испитаника

Критеријуми Алтернативе	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
A ₁	5	4	5	4	3	2	3
A ₂	5	4	5	4	3	4	3
A ₃	4	5	3	5	4	4	2
A ₄	5	5	5	3	3	3	3

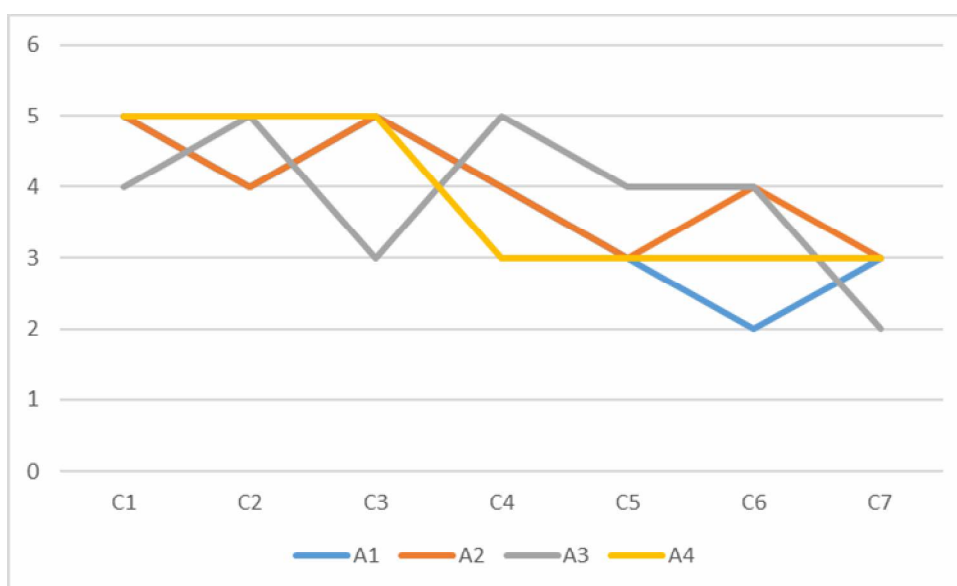


График 48. Графички приказ оцена добијених од двадесет и четвртог испитаника

Финално, у **табели 62** су приказане групне оцене разматраних алтернатива које ће бити коришћене у даљем раду за рангирање алтернатива.

Табела 62. Групне оцене разматраних алтернатива

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	3,25	3,50	3,63	3,46	3,13	3,04	3,13
A_2	3,29	3,71	3,50	3,54	3,46	3,71	3,58
A_3	3,92	3,71	3,17	3,79	3,54	3,63	3,13
A_4	3,46	4,00	3,63	3,38	3,79	3,13	3,38

6.3. Примена EDAS методе за рангирање алтернатива

Имајући у виду да су тежине евалуационих критеријума одређене у поглављу 6.1., као и да су оцене алтернатива извршене у поглављу 6.2., у овом делу се приступа рангирању алтернатива.

Дакле, након завршене евалуације алтернатива и одређивања групних оцена, приступа се одређивању просечног решења за све критеријуме применом формуле (2) и (3). Добијени резултати су приказани у **табели 63**.

Табела 63. Просечно решење за сваки евалуациони критеријум

Критеријуми	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
x_j^*	3,48	3,73	3,48	3,54	3,48	3,38	3,30

У наредном делу приступа се одређивању позитивног растојања од просека и негативног растојања од просека применом формула (4) и (5), респективно. Добијени резултати су приказани у **табелама 64** и **65**.

Табела 64. Позитивно растојање од просека

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000
A_2	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,099	0,085
A_3	0,126	0,000	0,000	0,071	0,018	0,074	0,000
A_4	0,000	0,073	0,042	0,000	0,090	0,000	0,022

Табела 65. Негативно растојање од просека

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0,066	0,061	0,000	0,024	0,102	0,099	0,054
A_2	0,054	0,006	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000
A_3	0,000	0,006	0,090	0,000	0,000	0,000	0,054
A_4	0,006	0,000	0,000	0,047	0,000	0,074	0,000

Тежински-пондерисана сума позитивног растојања од просека Q_i^+ , и тежински-пондерисана сума негативног растојања од просека Q_i^- , израчунате су применом формула (6) и (7), респективно. Након чега се приступа рачунању њихових норализованих вредности S_i^+ и S_i^- , применом формула (8) и (9). Наведене вредности су приказане у **табели 66**.

Табела 66. Значај и редослед рангирања разматраних алтернатива

	Q_i^+	Q_i^-	S_i^+	S_i^-	S_i	Ранг
A_1	0,01	0,06	0,14	0,00	0,07	4
A_2	0,03	0,01	0,66	0,84	0,75	2
A_3	0,04	0,02	1,00	0,65	0,82	1
A_4	0,03	0,02	0,78	0,69	0,74	3
Σ	0,04	0,06				

Финално, значај S_i разматраних алтернатива израчунат је применом формуле (10). Као што се може видети из **табеле 66**, најбоље рангирана алтернатива је алтернатива означена као A_3 .

6.4 Примена ARAS-F методе за рангирање алтернатива

У овом одељку биће одређен ранг разматраних алтернатива применом ARAS-F методе. На основу дефинисаних групних оцена приказаних у **табели 62** примењује се рачунски поступак поменуте методе. Дакле, у овом кораку је дефинисана групна матрица одлучивања. Елементи наведене матрице, приказани у **табели 67а*, б и в**, представљају IVTFN дефинисаних помоћу формула (27)-(31).

Табела 67а. Групна IVTFN матрица одлучивања

	C_1	C_2
A_1	[(1, 2,5), 3,25, (4,3, 5)]	[(2, 2,67), 3,5, (4,33, 5)]
A_2	[(2, 2,69), 3,29, (4,5, 5)]	[(2, 2,92), 3,71, (4,64, 5)]
A_3	[(1, 2,8), 3,92, (4,71, 5)]	[(1, 2,64), 3,71, (4,62, 5)]
A_4	[(2, 2,58), 3,46, (4,33, 5)]	[(1, 3), 4, (4,67, 5)]

Табела 67б. Групна IVTFN матрица одлучивања

	C_3	C_4
A_1	[(2, 2,75), 3,63, (4,5, 5)]	[(1, 2,11), 3,46, (4,27, 5)]
A_2	[(2, 2,4), 3,5, (4,29, 5)]	[(2, 2,44), 3,54, (4,2, 5)]
A_3	[(1, 2,31), 3,17, (4,18, 5)]	[(1, 2,3), 3,79, (4,86, 5)]
A_4	[(2, 2,58), 3,63, (4,67, 5)]	[(1, 2,3), 3,38, (4,14, 5)]

Табела 67в. Групна IVTFN матрица одлучивања

	C_5	C_6	C_7
A_1	[(1, 2,4), 3,13, (4,33, 5)]	[(1, 2), 3,04, (4,27, 5)]	[(1, 2,33), 3,13, (4,44, 5)]
A_2	[(1, 2,44), 3,46, (4,07, 5)]	[(2, 2,17), 3,71, (4,22, 5)]	[(1, 2,44), 3,58, (4,27, 5)]
A_3	[(1, 2,83), 3,54, (4,25, 5)]	[(1, 2,4), 3,63, (4,5, 5)]	[(2, 2,53), 3,13, (4,57, 5)]
A_4	[(1, 2,5), 3,79, (4,44, 5)]	[(1, 2,15), 3,13, (4,27, 5)]	[(2, 2,5), 3,38, (4,25, 5)]

* Табеле 67, 68, 69 и 70 су подељене на табеле означене са а, б и в због обима

На основу података из **табеле 67а, б и в**, дефинисани су оптимални рејтинзи перформанси применом формуле (52). Дефинисани оптимални рејтинзи перформанси су приказани у **табели 68а, б и в**.

Табела 68а. Оптимални IVTFN рејтинзи перформанси

	C_1	C_2
A_0	[(2, 2,8), 3,92, (4,71, 5)]	[(2, 3), 4, (4,67, 5)]

Табела 68б. Оптимални IVTFN рејтинзи перформанси

	C_3	C_4
A_0	[(2, 2,75), 3,63, (4,67, 5)]	[(2, 2,44), 3,79, (4,86, 5)]

Табела 68в. Оптимални IVTFN рејтинзи перформанси

	C_5	C_6	C_7
A_0	[(1, 2,83), 3,79, (4,44, 5)]	[(2, 2,4), 3,71, (4,5, 5)]	[(2, 2,53), 3,58, (4,57, 5)]

Следећа два корака обухватају одређивање нормализоване и тежински нормализоване матрице одлучивања применом формула (58) и (59). Наведене матрице су приказане у **табелама 69 а, б и в** и **70 а, б и в**.

Табела 69а. Нормализовани IVTF рејтинзи перформанси

	C_1	C_2
A_0	[(0,4, 0,56), 0,78, (0,94, 1)]	[(0,4, 0,6), 0,8, (0,93, 1)]
A_1	[(0,2, 0,5), 0,65, (0,86, 1)]	[(0,4, 0,53), 0,7, (0,87, 1)]
A_2	[(0,4, 0,54), 0,66, (0,9, 1)]	[(0,4, 0,58), 0,74, (0,93, 1)]
A_3	[(0,2, 0,56), 0,78, (0,94, 1)]	[(0,2, 0,53), 0,74, (0,92, 1)]
A_4	[(0,4, 0,52), 0,69, (0,87, 1)]	[(0,2, 0,6), 0,8, (0,93, 1)]

Табела 69б. Нормализовани IVTF рејтинзи перформанси

	C_3	C_4
A_0	[(0,4, 0,55), 0,73, (0,93, 1)]	[(0,4, 0,49), 0,76, (0,97, 1)]
A_1	[(0,4, 0,55), 0,73, (0,9, 1)]	[(0,2, 0,42), 0,69, (0,85, 1)]
A_2	[(0,4, 0,48), 0,7, (0,86, 1)]	[(0,4, 0,49), 0,71, (0,84, 1)]
A_3	[(0,2, 0,46), 0,63, (0,84, 1)]	[(0,2, 0,46), 0,76, (0,97, 1)]
A_4	[(0,4, 0,52), 0,73, (0,93, 1)]	[(0,2, 0,46), 0,68, (0,83, 1)]

Табела 69в. Нормализовани IVTF рејтинзи перформанси

	C_5	C_6	C_7
A_0	[(0,2, 0,57), 0,76, (0,89, 1)]	[(0,4, 0,48), 0,74, (0,9, 1)]	[(0,4, 0,51), 0,72, (0,91, 1)]
A_1	[(0,2, 0,48), 0,63, (0,87, 1)]	[(0,2, 0,4), 0,61, (0,85, 1)]	[(0,2, 0,47), 0,63, (0,89, 1)]
A_2	[(0,2, 0,49), 0,69, (0,81, 1)]	[(0,4, 0,43), 0,74, (0,84, 1)]	[(0,2, 0,49), 0,72, (0,85, 1)]
A_3	[(0,2, 0,57), 0,71, (0,85, 1)]	[(0,2, 0,48), 0,73, (0,9, 1)]	[(0,4, 0,51), 0,63, (0,91, 1)]
A_4	[(0,2, 0,5), 0,76, (0,89, 1)]	[(0,2, 0,43), 0,63, (0,85, 1)]	[(0,4, 0,5), 0,68, (0,85, 1)]

Табела 70а. Тежински нормализовани IVTF рејтинзи перформанси

	C_1	C_2
w	0,14	0,14
A_0	[(0,06, 0,08), 0,11, (0,14, 0,14)]	[(0,06, 0,08), 0,11, (0,13, 0,14)]
A_1	[(0,03, 0,07), 0,09, (0,12, 0,14)]	[(0,06, 0,07), 0,1, (0,12, 0,14)]
A_2	[(0,06, 0,08), 0,1, (0,13, 0,14)]	[(0,06, 0,08), 0,1, (0,13, 0,14)]
A_3	[(0,03, 0,08), 0,11, (0,14, 0,14)]	[(0,03, 0,07), 0,1, (0,13, 0,14)]
A_4	[(0,06, 0,07), 0,1, (0,13, 0,14)]	[(0,03, 0,08), 0,11, (0,13, 0,14)]

Табела 70б. Тежински нормализовани IVTF рејтинзи перформанси

	C_3	C_4
w	0,13	0,14
A_0	[(0,05, 0,07), 0,1, (0,13, 0,13)]	[(0,06, 0,07), 0,11, (0,14, 0,14)]
A_1	[(0,05, 0,07), 0,1, (0,12, 0,13)]	[(0,03, 0,06), 0,1, (0,12, 0,14)]
A_2	[(0,05, 0,06), 0,09, (0,12, 0,13)]	[(0,06, 0,07), 0,1, (0,12, 0,14)]
A_3	[(0,03, 0,06), 0,09, (0,11, 0,13)]	[(0,03, 0,07), 0,11, (0,14, 0,14)]
A_4	[(0,05, 0,07), 0,1, (0,13, 0,13)]	[(0,03, 0,07), 0,1, (0,12, 0,14)]

Табела 70в. Тежински нормализовани IVTF рејтинзи перформанси

	C_5	C_6	C_7
w	0,15	0,14	0,15
A_0	[(0,03, 0,09), 0,11, (0,13, 0,15)]	[(0,06, 0,07), 0,11, (0,13, 0,14)]	[(0,06, 0,08), 0,11, (0,14, 0,15)]
A_1	[(0,03, 0,07), 0,09, (0,13, 0,15)]	[(0,03, 0,06), 0,09, (0,12, 0,14)]	[(0,03, 0,07), 0,09, (0,13, 0,15)]
A_2	[(0,03, 0,07), 0,1, (0,12, 0,15)]	[(0,06, 0,06), 0,11, (0,12, 0,14)]	[(0,03, 0,07), 0,11, (0,13, 0,15)]
A_3	[(0,03, 0,09), 0,11, (0,13, 0,15)]	[(0,03, 0,07), 0,1, (0,13, 0,14)]	[(0,06, 0,08), 0,09, (0,14, 0,15)]
A_4	[(0,03, 0,08), 0,11, (0,13, 0,15)]	[(0,03, 0,06), 0,09, (0,12, 0,14)]	[(0,06, 0,07), 0,1, (0,13, 0,15)]

Коначно, укупан рејтинг перформанси базиран на интервално-вредносним троугаоним фази бројевима, одређен је уз помоћ формуле (60) и приказан је у **табели 71**.

Табела 71. Коначни IVTF рејтинг перформанси

A_0	[(0,07, 0,11), 0,15, (0,19, 0,2)]
A_1	[(0,05, 0,1), 0,13, (0,17, 0,2)]
A_2	[(0,07, 0,1), 0,14, (0,17, 0,2)]
A_3	[(0,05, 0,1), 0,14, (0,18, 0,2)]

У циљу дефинисања квалитета е-курсева, приказане вредности морају бити дефазификоване применом једне од процедура приказаних у поглављу 5.3.3.

Резултати су одређени применом најједноставније од приказаних процедура дефазификације, односно применом формуле (41) и приказани су у **табели 72**.

Релативни квалитет, односно степен корисности анализираних е-курсева као и њихов ранг такође су приказани у **табели 72**.

Табела 72. Степен корисности и рангирање анализираних е-курсева

Алтернативе	BNP	Q_i	Ранг
A_0	0,143		
A_1	0,130	0,910	4
A_2	0,136	0,951	1
A_3	0,134	0,936	3
A_4	0,135	0,941	2

Као што **табела 72** показује, најбоља алтернатива је означена као A_2 .

Формула (43) пружа веће могућности у односу на формулу (42). Варирањем коефицијента λ , већи значај може бити дат l и u у односу на l' и u' , и обратно. Резултати одбијени применом формуле (43) за неке карактеристичне вредности коефицијента λ су приказане у **табели 73**.

Табела 73. Степен корисности и рангирање анализираних курсева за неке карактеристичне вредности λ

Алтернативе	$\lambda=0$			$\lambda=0,5$			$\lambda=1$		
	S_i	Q_i	Ранг	S_i	Q_i	Ранг	S_i	Q_i	Ранг
A_0	0,42			0,43			0,44		
A_1	0,39	2,72	4	0,39	2,73	4	0,39	2,73	4
A_2	0,41	2,87	1	0,41	2,87	1	0,41	2,87	1
A_3	0,40	2,81	3	0,40	2,81	3	0,40	2,81	3
A_4	0,41	2,83	2	0,41	2,83	2	0,41	2,83	2

У посматраном случају, алтернатива означена као A_2 остаје најбоља од свих алтернатива. Ово указује на стабилност позиције изабраног е- курса.

Поред свега наведеног, у многим случајевима варијације коефицијента λ може имати утицаја на ранг посматраних алтернатива, те овај приступ може бити користан у анализи различитих сценарија као што су песимистичан, реалистичан и оптимистичан.

7. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Као што је већ наведено, у само истраживање је било укључено двадесет и четири испитаника на основу чијих одговора су дефинисани коначни резултати применом PIPRECIA, EDAS и ARAS-F метода. Испитаници, укључени у процес евалуације, обухватају кориснике онлајн курсева у циљу добијања што поузданијих и репрезентативнијих резултата. Сам процес евалуације заснован је на седам критеријума који су дефинисани на основу детаљног прегледа литературе из посматране области. Коришћени евалуациони критеријуми су следећи:

- C_1 - Ниво садржаја
- C_2 - Метода презентације
- C_3 - Метода наставе
- C_4 - Окружење за Е-учење
- C_5 - Наставни материјали
- C_6 – Квалитет мултимедијалног садржаја
- C_7 – Групни рад и интерактивност

Приликом дефинисања критеријума, посебна пажња је посвећена питањима организације и извођења наставе. Дакле, у овом случају није пажња била усмерена на техничке и информационе перформансе једног онлајн курса, већ је у центар пажње био стављен квалитет понуђеног садржаја и начин реализације наставног процеса. Не може се порећи и важност избора одговарајућих платформи без којих реализација и несметано одвијање онлајн курсева не би било могуће, али у овом случају се кренуло од претпоставке да је тај сегмент дефинисан те је акценат стављен на сам садржај онлајн курса, прецизније на квалитет истог.

У циљу дефинисања значајности наведених критеријума примењена је PIPRECIA метода. Разлог примене наведене методе лежи у њеној једноставности и погодности за примену у случајевима када је већи број доносилаца одлуке укључен у процес евалуације. Предност PIPRECIA методе у односу на добро познату и широко

примењену АНР методу огледа се у једноставнијој рачунској процедури која не умањује поузданост и релевантност добијених резултата. Такође, приликом анкетирања испитаника којима наведене методе одлучивања нису блиске, процес оцењивања PIPRECIA методе је далеко разумљивији испитаницима него што је то случај са АНР методом. Ако се упореди PIPRECIA метода са SWARA методом (на основу које је PIPRECIA метода и развијена), може се закључити да и у односу на њу PIPRECIA метода има одређених предности. Наиме, SWARA метода захтева сортирање разматраних критеријума у складу са предвиђеним значајем, што компликује њену примену у случајевима групног одлучивања. Такође, SWARA метода не подразумева испитивање конзистентности донесених одлука, што је рецимо саставни део процедуре АНР методе. PIPRECIA метода не захтева сортирање критеријума од стране доносиоца одлуке према очекиваном значају што аутоматски квалификује наведену методу као адекватну за примену у условима групног одлучивања. Поред тога, PIPRECIA метода предвиђа тестирање конзистентности што доприноси повећању поузданости донесених одлука.

На основу података добијених од испитаника, примењена је PIPRECIA метода те су добијене тежине критеријума за сваког од наведених двадесет и четири испитаника. Применом геометријске средине дефинисане су групне тежине наведених критеријума што је илустровано **графиком 49**.

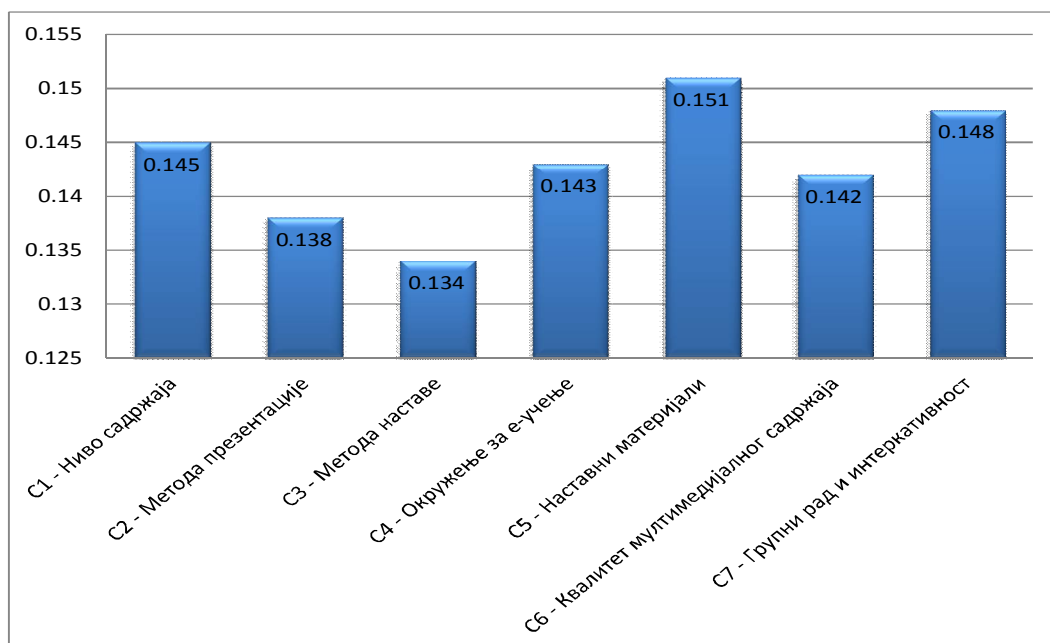


График 49 . Приказ и рангирање групних тежина евалуационих критеријума

Као што се на **графику 49** може видети, према добијеним одговорима испитаника највећи значај има критеријум C_5 – Наставни материјали. С обзиром на то да у онлајн учионици нема директног контакта између предавача и полазника у класичном смислу, од квалитета наставног материјала ће у великој мери и зависити атрактивност понуђеног курса. Имајући наведено у виду, може се закључити да је наведени критеријум сасвим оправдано добио највећи значај од стране испитаника.

На другом месту се налази критеријум C_7 – Групни рад и интерактивност. Као што је већ раније констатовано у онлајн едукацији долази до померања тежишта са предавача на полазника. Наиме, да ли ће одређени курс користити полазнику и обезбедити му очекивани ниво знања у доста великој мери зависи од самог полазника. Изузетно је важна самотивација олазника, добра организација и управљање временом. Ставка која може полазнику омогућити и олакшати остварење постављеног циља, а то је свакако усвајање потребног знања и вештина, јесте интерактивност и рад у динамичном окруђењу. Само активна комуникација, размена информација и знања може допринети развоју критичког мишљења и активном коришћењу усвојених сазнања.

Критеријум C_1 – Ниво садржаја се налази на трећем, критеријум C_4 – Окружење за е-учење на четвром, а критеријум C_6 – Квалитет мултимедијалног садржаја на четвртом месту у погледу значаја. Сама организација садржаја и укључење одговарајућих мултимедија може бити од користи полазницима у овалдавању градивом. Међутим, претеривање у коришћењу одређених мултимедија може довести до стварања конфузије и довести можда и до проблема приликом коришћења, нарочито полазницима који не владају добро коришћењем рачунара и ИКТ уопште.

На претпоследњем односно последњем месту нашали су се критеријуми критеријум C_2 – Метода презентације односно C_3 – Метода наставе. С обзиром да није у питању класичан облик преношења знања, у неку руку је и разумљиво што су се ова два критеријума нашла на зачељу листе. Врло је вероватно да би методе презентације и наставе биле другачије рангиране да је у питању била евалуација традиционалног начина одржавања наставе. С обзиром да је у онлајн учионици тежиште на полазнику, наставном материјалу и коришћењу мултимедије, разумљиво је што су методе презентације и наставе виђене као мање важне од стране испитаника.

Добијени резултати су, неспорно, потврдили корисност и применљивост предложене PIPRECIA методе. Добијени резултати су релевантни и у складу са постојећом реалном ситуацијом у области онлајн едукације. С обзиром на то да се резултати заснивају на ставовима укључених испитаника, не може се порећи чињеница да је у некој мери укључен субјективизам. Међутим, чињеница да је у одлучивање укључен већи број испитаника иде у прилог томе да је ниво субјективности максимално минимизиран.

Даљој евалуацији подвргнута су следећа четири онлајн курса која пружају едукацију из области програмирања и то:

- Cubes (<https://cubes.edu.rs/kursevi-programiranja-beograd/php-web-ios-android-html-css-javascript-digitalni-marketing?language=sr>);
- ITAcademy (<https://www.it-akademija.com>);
- Link-eLearning (<https://link-elearning.com/site/home>); и
- Ok School (<https://www.ok-school.com/lokacija-i-kontakt/>).

Међутим, како би се избегла промоција одређеног курса, надаље ће бити коментарисани добијени резултати у смислу корисности и применљивости предложеног модела. Редослед приказаних курсева није уједно и редослед приказаних алтернатива

Резултати добијени применом EDAS методе приказани су на **графику 50**.

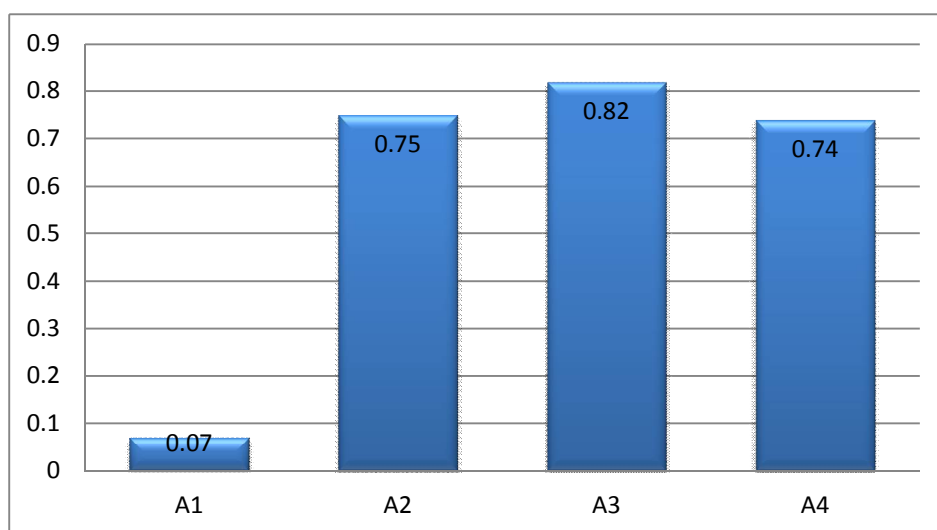


График 50. Значај и редослед рангирања разматраних алтернатива применом EDAS методе

Као што се на **графику 50** може видети, алтернатива A_3 се налази на првом месту, на другом месту је алтернатива A_2 , одмах иза је алтернатива A_4 , док се на зачељу налази алтернатива A_1 . Алтернатива A_1 је исказала јако лоши резултат. Разлог томе су јако лоше оцене и неиспуњење предвиђених критеријума.

EDAS метода, која је прва коришћена за евалуацију посматраних алтернатива, се показала јако корисном јер је на брз и једноставан начин омогућила поређење и дефинисање позиција посматраних курсева. Применом исте, доносиоци одлука, у посматраној ситуацији креатори онлајн курсева, би на врло једноставан начин могли утврдити каква је позиција понуђеног курса у односу на конкурентске. Такође, јасно би видели које перформансе су задовољавајуче, а које би требали да унапреде како би побољшали квалитет курса као и своју позицију и атрактивност у односу на друге курсеве истог типа.

Недостатак примењене методе се огледа у томе што су примењени цели (crisp) бројеви те на тај начин није уважена неизвесност са којим је свако одлучивање уско повезано. У циљу уважавања непрецизности мишљења и одлука, могуће је увести фази или неутрософтичке бројеве те тако прочирити EDAS методу. Међутим, без обзира на то, наведена метода је несумњиво доказала своју применљивост и показала се корисним средством које може допримети поједностављењу одлучивања у области евалуације онлан курсева, па и шире.

У циљу уважавања неизвесности и непрецизности података на којима се одлучивање врло често заснива, предложена је примена ARAS-F методе. Дакле, ради инкорпорирања неизвесности у процес доношења одлуке поменутог метода је проширена применом интервално-вредносних троугаоних фази бројева. Увођењем наведених бројева дата је могућност доносиоцима одлуке да искажу своје оптимистично, песимистично и реално размишљање (односно оно што доносиоци одлуке сматрају реалним). На тај начин изражено је настојање за минимизирање пристрасности током евалуације а све у циљу обезбеђења што тачнијих и меродавнијих резултата евалуације.

Резултати добијени применом ARAS-F методе су приказани на **графицима 51, 52 и 53**. Поузданост добијених резултата је тестирана путем варирања коефицијента λ што је на претходно поменути **графицима** и приказано.

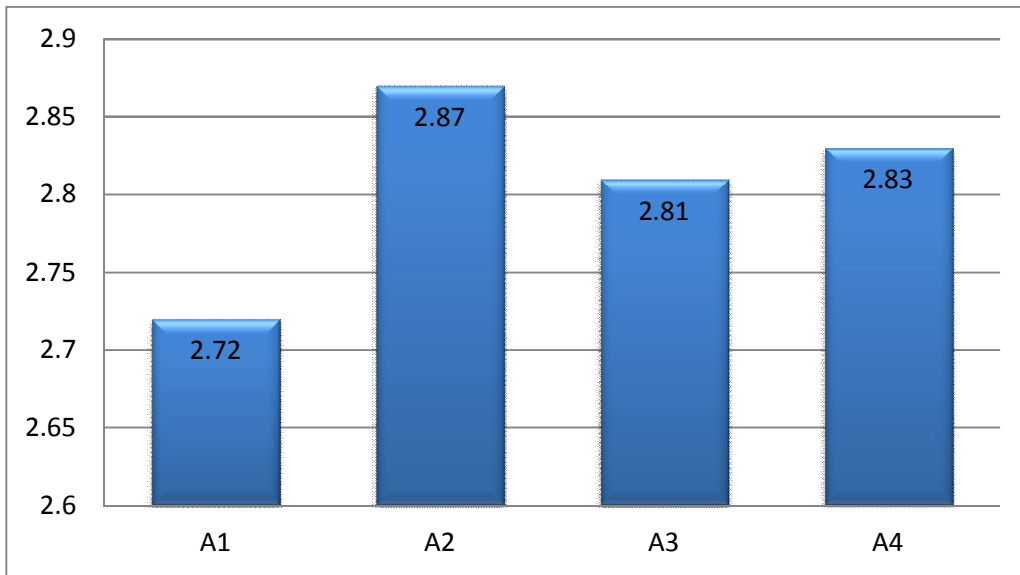
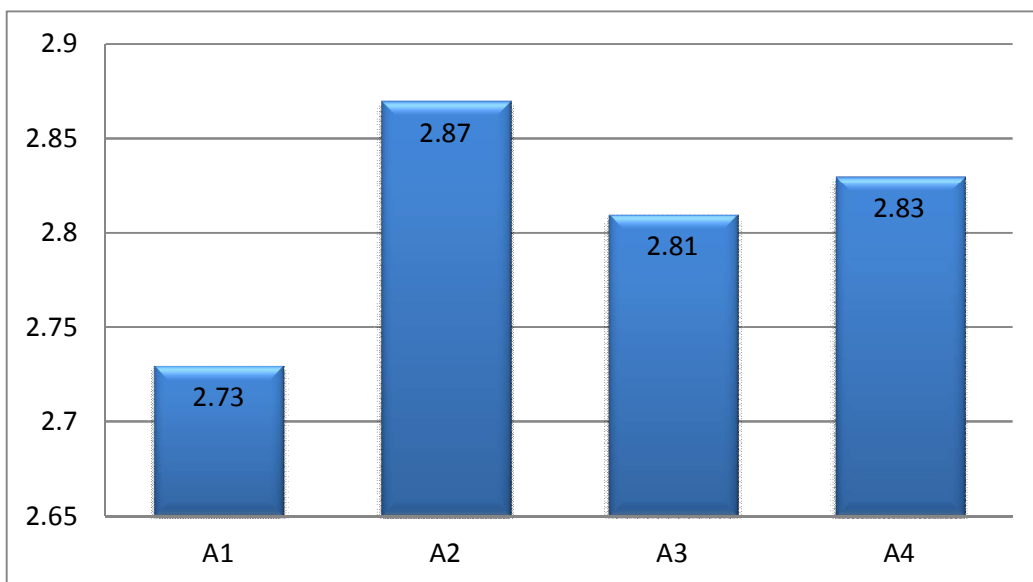


График 51. Степен корисности и рангирање анализираних курсева применом ARAS – F методе ($\lambda = 0$)



Графикон 52. Степен корисности и рангирање анализираних курсева применом ARAS – F методе ($\lambda = 0,5$)

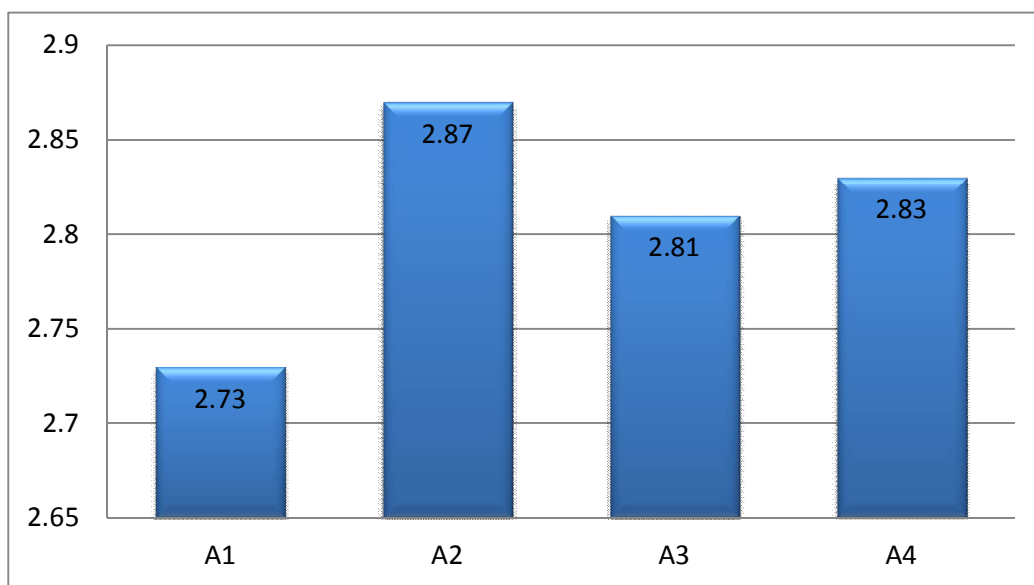


График 53. Степен корисности и рангирање анализираних курсева применом ARAS – F методе ($\lambda = 1$)

Као што се на основу увида у наведене резултате може закључити, варирање коефицијента λ није утицао на дефинисане резултате евалуације. Наиме, на првом месту се у сва три случаја налази алтернатива A_2 док се на зачењу налази алтернатива A_1 .

Међутим, уколико се упореде посматрани резултати са резултатима добијеним применом EDAS методе, може се уочити да је исти ранг четврте односно последње алтернативе – алтернативе A_1 . Наведена алтернатива односно онлајн курс је оцењен као најлошији у оба случаја. Што се првог места тиче, резултати добијени применом EDAS методе су као најбољу алтернативу означили алтернативу A_3 док је ARAS – F метода означила алтернативу A_2 као оптималну. Наведена ситуација иде управо у прилог претходно датом коментару везаном за целе бројеве коришћене у процедури примене EDAS методе. Наиме, примена целих бројева није омогућила изражавање променљивости у размишљањима доносилаца одлуке односно испитаника. Шта то значи? То значи да испитаници често пута нису у могућности да прецизно изразе свој став (што је и овде био случај), што се неминовно одрази и на резултате. Увођењем интервално-вредносних троугаоних фази бројева испитаници су добили могућност да изразе своје „колебање“ у одлучивању што је довело и до добијања нешто другачијих резултата узрокујући и другачији редослед оцењиваних алтернатива.

Примена ARAS – F методе се показала сасвим оправданом и адекватном у наведеном случају. Разлог је следећи: да се оцена онлајн курсева заснивала само на примени целих бројева (без обзира на примењену ВКО методу) добијени резултати не би укључили и неизвесност. То би резултирало одлуком која не би била стопроцентно реална и, у крајњем случају, не би била поуздана. Добијени резултати су ово становиште управо и потврдили. У циљу добијања што поузданијих резултата и доношења што бољих одлука неопходно је уважити ризик и неизвесност у максимално могућој мери. Дакле, предложена ARAS – F метода се доказала као корисна и примељива, посебно у условима када је изузетно важно донети што меродавнију и реалнију одлуку.

ЗАКЉУЧАК

Појава и развој информационо-комуникационих технологија немоновно је утицао и на начин организације предавања и само учење. Традиционални начин едукације који се реализује по принципу лицем у лице и код кога је тежиште пре свега на предавачу је бива допуњен, а некада чак и замењен, новим приступом едукацији заснованој на информационим технологијама. Онлајн учење ставља у фокус полазника / студента, при чему је акценат на развоју критичког мишљења и решавању практичних проблема, а мање на усвајању и декларативној интерпретацији теоријског знања.

Развој квалитетних онлајн курсева представља својеврстан изазов. Током наведеног процеса неопходно је преввазићи и одређене препреке које могу бити исказане и од стране предавача и од стране полазнике. Поред наведеног, препеке могу бити и техничке природе што може представљати врло озбољан проблем.

Атрактивност једног онлајн курса зависи, пре свега, од његових перформанси. Изузетно је важно пажњу посветити оним аспектима који одређују посматрани онлајн курс као квалитетан у очима будућих полазника. Аутори су разматрали и указали на читав спектар критеријума који имају утицаја на квалитет онлајн курсева. С обзиром на то да се реализација онлајн курсева заснива на примени одређених информационо-комуникационих ресурса, може се констатовати да квалитативни параметри истих коначно утичу и на квалитет онлајн курса. У циљу дефинисања критеријума који одређују квалитет онлајн курсева извршена је пажљива анализа расположиве научне и стручне литературе што је резултирало дефинисањем седам кључних критеријума који имају утицаја на квалитет онлајн курса. Наведени критеријуми су представљали базу за спровођење даље евалуације алтернативних онлајн курсева. Заснивање евалуације посматраних алтернатива на поменутиим критеријумима обезбедило је добијање поузданих и релевантних резултата чиме је доказана прва помоћна хипотеза која гласи:

Уколико је евалуација информационо-комуникационих ресурса заснована на сету пажљиво одабраних критеријума, утолико ће коначни резултати бити меродавнији.

У циљу добијања релевантних резултата неопходно је у процес одлучивања укључити већи број доносилаца одлуке. На тај начин не само да ће се повећати поузданост донесене одлуке већ ће се и степен субјективности свести на најмању могућу меру. У приказаном случају, у процес одлучивања је било укључено двадесет и четири испитаника. Наведена група обухвата кориснике онлајн курсева који су упознати са функционисањем истих и који су могли најреалније оценити како критеријуме тако и понуђене алтернативе. Реализација евалуације у условима групног одлучивања је допринела повећању објективности добијених резултата чиме је доказана и друга помоћна хипотеза која гласи:

Уколико је у процес евалуације укључен већи број корисника одређеног сервиса, утолико ће слика о предностима и манама посматраног сервиса бити комплетнија.

Процес одлучивања и евалуације конкретних алтернатива се изводи у окружењу коме није могуће потпуно ануирати ризик и неизвесност. У таквим условима заснивање процедуре на целим бројевима је неадекватно и неприхватљиво из разлога што се одна не уважава постојећа неизвесност. У датом случају, примена EDAS методе засноване на примени целих бројева је резултирала потпуно другачијим рангирањем алтернатива него што је то било код ARAS-F методе. Наведено је указало на неопходност коришћења одговарајућих проширења у процесу одлучивања чиме је доказана и трећа помоћна хипотеза која гласи:

Уколико се у процес евалуације информационо-комуникационих ресурса укључе фази бројеви, утолико ће неизвесност која је иманентна свакој врсти одлучивања бити уважена у задовољавајућој мери.

Доказивањем наведених помоћних хипотеза доказана је и главна хипотеза на којој је заснована ова докторска дисертација, а која гласи:

Уколико је евалуација информационо-комуникационих ресурса заснована на примени одговарајућих метода вишекритеријумског одлучивања, утолико се са већом прецизношћу и поузданошћу могу дефинисати кључне предности и недостаци одређеног сервиса у односу на конкурентске.

Предложена методологија се показала изузетно корисном у евалуацији онлајн курсева с тим што је употребу предложеног модела могуће проширити и на друге области пословања.

ЛИТЕРАТУРА

- Abdellatief, M., Sultan, A. B. M., Jabar, M. A., & Abdullah, R. (2011). A technique for quality evaluation of e-learning from developers perspective. *American Journal of Economics and Business Administration*, 3(1), 157-164.
- Abdous, M. H., & He, W. (2009). Streamlining the online course development process by using project management tools. *The Perfect Online Course: Best Practices for Designing and Teaching*, 389-400.
- Adedokun-Shittu, N. A., & Shittu, A. J. K. (2015). ICT Impact Assessment in Education. In *Encyclopedia of Information Science and Technology*, Third Edition (pp. 2506-2515). IGI Global.
- Ajayi, O. O. (2009). E-learning: A Shorter, Safer, and Surer Route to Reaching the Education For All Destination. *Journal of Science and Technical Education (JSTE)*, 1(1), 138-145.
- Ajemasu, M., Inuwa, Y. M., Saad, Y., & Jumba, A. A. (2019). Information and communication technology (ICT) in libraries: a new dimension in librarianship. *Journal of Management and Corporate Governance*, 11(1), 57-71.
- Akincilar, A., & Dagdeviren, M. (2014). A hybrid multi-criteria decision making model to evaluate hotel websites. *International Journal of Hospitality Management*, 36, 263-271.
- Albirini, A. (2006). Teachers' attitudes toward information and communication technologies: The case of Syrian EFL teachers. *Computers & Education*, 47(4), 373-398.
- Al-Senaidi, S., Lin, L., & Poirot, J. (2009). Barriers to adopting technology for teaching and learning in Oman. *Computers & education*, 53(3), 575-590.
- Altun, S. A., Kalayci, E., & Avci, U. (2011). Integrating ICT at the Faculty Level: A Case Study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(4), 230-240.

- Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.
- Ashtiani, B., Haghghirad, F., Makui, A. (2009). Extension of fuzzy TOPSIS method based on interval-valued fuzzy sets. *Applied Soft Computing*, 9(2), 457-461.
- Bakhouyi, A., Dehbi, R., & Talea, M. (2016, December). Multiple criteria comparative evaluation on the interoperability of LMS by applying COPRAS method. In 2016 Future Technologies Conference (FTC) (pp. 361-366). IEEE.
- Balezentiene, L., & Kusta, A. (2012). Reducing greenhouse gas emissions in grassland ecosystems of the central Lithuania: multi-criteria evaluation on a basis of the ARAS method. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Banathy, B. (1994). Designing educational systems: Creating our future in a changing world. In C. M. Reigeluth & R. J. Garfinkle (Ed.). *Systematic change in education*. (pp. 27-34). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Barak, M., & Usher, M. (2019). The innovation profile of nanotechnology team projects of face-to-face and online learners. *Computers & Education*, 137, 1-11.
- Barak, M., Watted, A., & Haick, H. (2016). Motivation to learn in massive open online courses: Examining aspects of language and social engagement. *Computers & Education*, 94, 49-60.
- Bennett, N., & Dunne, E. (1991). The nature and quality of talk in co-operative classroom groups. *Learning and Instruction*, 1(2), 103-118.
- Berce, J., Lanfranco, S., & Vehovar, V. (2008). eGovernance: information and communication technology, knowledge management and learning organisation culture. *Informatica*, 32(2).
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., ... & Huang, B. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of educational research*, 74(3), 379-439.
- Bingimlas, K. A. (2009). Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: A review of the literature. *Eurasia journal of mathematics, science & technology education*, 5(3).

- Boyles, P. C. (2011). Maximising learning using online student assessment. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 14(3). <http://www.westga.edu/~distance/ojdla> (приступљено: 04. 04. 2020).
- Brans, J. P. & Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method: the PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 31(6), 647-656.
- Büyüközkan, G., Arsenyan, J., & Ertek, G. (2010). Evaluation of e-learning web sites using fuzzy axiomatic design based approach. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3(1), 28-42.
- Cambridge University (2003). *Cambridge advanced learner's dictionary: English*. Cambridge University Press.
- Caplan, D. (2004). The development of online courses. In T. Anderson & F. Elloumi (Eds.), *Theory and practice of online learning*. Athabasca, AB, Canada: Athabasca University.
- Chao, I. T., Saj, T., & Hamilton, D. (2010). Using collaborative course development to achieve online course quality standards. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 11(3), 106-126.
- Chao, R. J., & Chen, Y. H. (2009). Evaluation of the criteria and effectiveness of distance e-learning with consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications*, 36(7), 10657-10662.
- Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- Chen, S.J., Chen, S.M. (2003). Fuzzy risk analysis based on similarity measures of generalized fuzzy numbers. *IEEE Transactions on Fuzzy systems*, 11(1), 45-56.
- Chen, S.J., Chen, S.M. (2008). Fuzzy risk analysis based on measures of similarity between interval-valued fuzzy numbers. *Computers and Mathematics with Applications*, 55(8), 1670-1685.
- Chen, S.M. (1997). Fuzzy system reliability analysis based on vague set theory. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Orlando, USA, vol. 2, pp. 1650-1655.

- Chou, C. (2003). Interactivity and interactive functions in web-based learning systems: a technical framework for designers. *British Journal of Educational Technology*, 34(3), 265-279.
- Chou, W. C., & Cheng, Y. P. (2012). A hybrid fuzzy MCDM approach for evaluating website quality of professional accounting firms. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 2783-2793.
- Churchman, C. W. & Ackoff, R. L. (1954). An approximate measure of value. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2(2), 172-187.
- Collis, B. A., Knezek, G. A., Lai, K. W., Miyashita, K. T., & Pelgrum, W. J. (2013). *Children and computers in school*. Routledge.
- DaCosta, B., Nasah, A., Kinsell, C., & Seok, S. (2011). Digital propensity: An investigation of video game and information and communication technology practices. In *Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches* (pp. 1148-1173). IGI Global.
- Dadelo, S., Turskis, Z., Zavadskas, E. K., & Dadeliene, R. (2012). Multiple criteria assessment of elite security personal on the basis of ARAS and expert methods. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46(4), 65-88.
- Dahooie, J. H., Zavadskas, E. K., Abolhasani, M., Vanaki, A., & Turskis, Z. (2018). A novel approach for evaluation of projects using an interval-valued fuzzy additive ratio assessment (ARAS) method: a case study of oil and gas well drilling projects. *Symmetry*, 10(2), 45.
- Daintith, J., & Wright, E. (2010). *A dictionary of computing*. Oxford University Press, Inc..
- Davis, N. (2000). International Contrasts of Information Technology in Teacher Education: multiple perspectives on change. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(2), 139-148.
- Davison, C. (2005). *Information technology and innovation in language education* (Vol. 1). Hong Kong University Press.
- Demircan, M. L., & Tunc, S. (2019, July). A proposed service level improvement methodology for public transportation using Interval Type-2 Fuzzy EDAS based on

- customer satisfaction data. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 1351-1359). Springer, Cham.
- dge191.html (приступљено: 04. 04. 2020.).
- Dogra, J., & Kale, S. S. (2020). Network Analysis of Destination Management Organization Smart Tourism Ecosystem (STE) for E-Branding and Marketing of Tourism Destinations. In *Handbook of Research on Social Media Applications for the Tourism and Hospitality Sector* (pp. 1-16). IGI Global.
- Dooley, A. E., Sheath, G. W., & Smeaton, D. (2005). Multiple Criteria Decision Making: Method Selection And Application To Three Contrasting Agricultural Case Studies (No. 1163-2016-93096).
- Đalić, I., Stević, Ž., Karamasa, C., & Puška, A. (2020). A novel integrated fuzzy PIPRECIA–interval rough SAW model: green supplier selection. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(1), 126-145.
- Earle, R. S. (2002). The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. *Educational Technology*, 42(1), 5-13.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first-and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational technology research and development*, 47(4), 47-61.
- Fishburn, P. C. (1967). Additive utilities with incomplete product set: applications to priorities and assignments. *Operations Research*, 15(3), 537-542.
- Garg, R., & Jain, D. (2017). Fuzzy multi-attribute decision making evaluation of e-learning websites using FAHP, COPRAS, VIKOR, WDBA. *Decision Science Letters*, 6(4), 351-364.
- Garg, R., Kumar, R., & Garg, S. (2018). MADM-based parametric selection and ranking of E-learning websites using fuzzy COPRAS. *IEEE Transactions on Education*, 62(1), 11-18.
- Gerson, S. M. (2000). E-CLASS: Creating a guide to online course development for distance learning faculty. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 3(4).
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2017). A new multi-criteria model based on interval type-2 fuzzy sets and EDAS method for

- supplier evaluation and order allocation with environmental considerations. *Computers & Industrial Engineering*, 112, 156-174.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Turskis, Z. (2016). Extended EDAS method for fuzzy multi-criteria decision-making: an application to supplier selection. *International journal of computers communications & control*, 11(3), 358-371.
- Gillett-Swan, J. (2017). The challenges of online learning: Supporting and engaging the isolated learner. *Journal of Learning Design*, 10(1), 20-30.
- Grimus, M. (2007). ICT and Creative Computing, Austrian Perspective in Teacher Education. In: *Educational technology: opportunities and challenges*, 86-104.
- Hai-Jew, S. (2011). Building Global Citizens: Empathy, the Limits of Human Nature, and First Steps towards Social Equality through E-Learning Assignments. In *Handbook of Research on Transformative Online Education and Liberation: Models for Social Equality* (pp. 245-271). IGI Global.
- Hammed, N. M. A. (2014). Information and communication technology in early childhood education: challenges for effective implementation and integration (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
- Hilton, J. T. (2016). A case study of the application of SAMR and TPACK for reflection on technology integration into two social studies classrooms. *Social Studies*, 107(2), 68-73.
- Hixon, E. (2008). Team-based online course development: A case study of collaboration models. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 11(4), 1-8.
- Hockly, N. (2013). Technology for the language teacher: Mobile learning. *ELT Journal*, 67(1), 80-84.
- Höjer, M., & Wangel, J. (2015). Smart sustainable cities: definition and challenges. In *ICT innovations for sustainability* (pp. 333-349). Springer, Cham.
- Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and synchronous e-learning. *Educause quarterly*, 31(4), 51-55.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making - methods and application*. New York: Springer.

- Jain, D., Garg, R., Bansal, A., & Saini, K. K. (2016). Selection and ranking of E-learning websites using weighted distance-based approximation. *Journal of Computers in Education*, 3(2), 193-207.
- Jhurree, V. (2005). Technology integration in education in developing countries: Guidelines to policy makers. *International Education Journal*, 6(4), 467-483.
- Johnson, S. D., Aragon, S. R., & Shaik, N. (2000). Comparative analysis of learner satisfaction and learning outcomes in online and face-to-face learning environments. *Journal of interactive learning research*, 11(1), 29-49.
- Jones, A. (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers.
- Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., & Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic fuzzy EDAS method: an application to solid waste disposal site selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.
- Kang, D., Jang, W., & Park, Y. (2016). Evaluation of e-commerce websites using fuzzy hierarchical TOPSIS based on ES-QUAL. *Applied Soft Computing*, 42, 53-65.
- Karabasevic, D., Maksimovic, M., Stanujkic, D., Brzakovic, P., & Brzakovic, M. (2018). The evaluation of websites in the textile industry by applying ISO/IEC 9126-4 standard and the EDAS method. *Industria Textila*, 69(6), 489.
- Karabasevic, D., Stanujkic, D., Maksimovic, M., Popovic, G., & Momcilovic, O. (2019). An Approach to Evaluating the Quality of Websites Based on the Weighted Sum Preferred Levels of Performances Method. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(5), 195-215.
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Stanujkic, D., Popovic, G., & Brzakovic, M. (2018). An approach to personnel selection in the IT industry based on the EDAS method. *Transformations in Business & Economics*, 17(2), 54-65.
- Karaşan, A., & Kahraman, C. (2017). Interval-valued neutrosophic extension of EDAS method. In *Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017* (pp. 343-357). Springer, Cham.
- Kaware, S. S., & Sain, S. K. (2015). ICT application in education: an overview. *International Journal of Multidisciplinary Approach & Studies*, 2(1), 25-32.

- Kaya, T. (2010). Multi-attribute evaluation of website quality in E-business using an integrated fuzzy AHPTOPSIS methodology. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3(3), 301-314.
- Kaya, T., & Kahraman, C. (2011). A fuzzy approach to e-banking website quality assessment based on an integrated AHP-ELECTRE method. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(2), 313-334.
- Kennewell, S., Parkinson, J., & Tanner, H. (2002). *Developing the ICT capable school*. Routledge.
- Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step - wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2018). A dynamic fuzzy approach based on the EDAS method for multi-criteria subcontractor evaluation. *Information*, 9(3), 68.
- Khan, N. Z., Ansari, T. S. A., Siddiquee, A. N., & Khan, Z. A. (2019). Selection of E-learning websites using a novel Proximity Indexed Value (PIV) MCDM method. *Journal of Computers in Education*, 6(2), 241-256.
- Kihoza, P., Zlotnikova, I., Bada, J., & Kalegele, K. (2016). Classroom ICT integration in Tanzania: Opportunities and challenges from the perspectives of TPACK and SAMR models. *International Journal of Education & Development Using Information & Communication Technology*, 12(1), 107-128.
- Kirkwood, A., & Price, L. (2014). Technology-enhanced learning and teaching in higher education: What is 'enhanced' and how do we know? A critical literature review. *Learning, Media and Technology*, 39(1), 6-36.
- Köksalan, M., Wallenius, J., & Zionts, S. (2013). An early history of multiple criteria decision making. *Journal of Multi - Criteria Decision Analysis*, 20(1-2), 87-94.

- Kotsik, B., Tokareva, N., Boutin, F., & Chinien, C. (2009). ICT application in TVET. In International handbook of education for the changing world of work (pp. 1879-1894). Springer, Dordrecht.
- Kude, N. (2016). Use of ICT for the information services and smart librarianship. *International journal of innovative research & development*, 5(2), 376.
- Kuo, M.S. (2011). A novel interval-valued fuzzy MCDM method for improving airlines' service quality in Chinese cross-strait airlines. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 1177-1193.
- Kuo, M.S., Liang, G.S. (2012). A soft computing method of performance evaluation with MCDM based on interval-valued fuzzy numbers. *Applied Soft Computing*, 12(1), 476-485.
- Kurilovas, E., & Vinogradova, I. (2016). Improved fuzzy AHP methodology for evaluating quality of distance learning courses. *International Journal of Engineering Education*, 32(4), 1618-1624.
- Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M. (2013). Assessment of priority options for preservation of historic city centre buildings using MCDM (ARAS). *Procedia Engineering*, 57, 657-661.
- Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M. (2014). Assessment of priority alternatives for preservation of historic buildings using model based on ARAS and AHP methods. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(2), 287-294.
- Labelle, R. (2005). *ICT policy formulation and e-strategy development: A comprehensive guidebook*. Elsevier.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2008). *Metaphors we live by*. University of Chicago press.
- Lawler, John M. (1995). *Metaphors we compute by*. A lecture delivered to staff of the Informational Technology Division, University of Michigan.
- Lawrence, J. E., & Tar, U. A. (2018). Factors that influence teachers' adoption and integration of ICT in teaching/learning process. *Educational Media International*, 55(1), 79-105.
- Lee, Y., & Kozar, K. A. (2006). Investigating the effect of website quality on e-business success: An analytic hierarchy process (AHP) approach. *Decision support systems*, 42(3), 1383-1401.

- Lin, H. F. (2010). An application of fuzzy AHP for evaluating course website quality. *Computers & Education*, 54(4), 877-888.
- Lloyd, M. (2005). Towards a definition of the integration of ICT in the classroom. AARE 2005lutions, Parramatta, New South Wales., AARE, Eds. *Proceedings AARE*, 5.
- Lubbe, S., & Singh, S. (2009). From Conception to Demise: Implications for Users of Information Systems in Changing a Local Parastatal Educational Institution in KwaZulu-Natal, South Africa. In *Handbook of Research on Strategies for Local E-Government Adoption and Implementation: Comparative Studies* (pp. 832-862). IGI Global.
- Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., Heidarzade, A., Nourifar, R. (2008). Designing a model of fuzzy TOPSIS in multiple criteria decision making. *Applied Mathematics and Computation*, 206(2), 607-617.
- Maksimović, M., Brzaković, M., Grahovac, M., & Jovanović, I. (2017). An approach for evaluation the safety and quality of transport at the open pit mines, based on the EDAS method. *Mining and Metallurgy Engineering Bor*, (3-4), 139-144.
- Mamun, S. A. K., Danaher, P. A., & Rahman, M. M. (2017). University teachers' interactions with their online students at an australian university. In *Blended learning: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 1565-1595). IGI Global.
- Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., & Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 516-571.
- Marković, V., Stajić, L., Stević, Ž., Mitrović, G., Novarlić, B., & Radojičić, Z. (2020). A Novel Integrated Subjective-Objective MCDM Model for Alternative Ranking in Order to Achieve Business Excellence and Sustainability. *Symmetry*, 12(1), 164.
- McInnerney, J. M., & Roberts, T. S. (2009). Collaborative and cooperative Learning. In *Encyclopedia of Distance Learning*, Second Edition (pp. 319-326). IGI Global
- Mejiuni, O., & Obilade, O. (2006). The dialectics of poverty, educational opportunities, and ICTs. In *Widening access to education as social justice* (pp. 139-148). Springer, Dordrecht.
- Milovanović, S. (2010). Opportunities and challenges of electronic learning. *Facta Universitatis*, 7(2), 191 – 199.

- Murray, J. (2011). Cloud network architecture and ICT-Modern network architecture. Retrieved from TechTarget Expert Community: <http://itknowledgeexchange.techtarget.com/modern-network-architecture/cloud-network-architecture-and-ict>.
- Nanda, M., & Randhawa, G. (2019). Smart Cities Project: Some Lessons for Indian Cities. In Handbook of Research on Implementation and Deployment of IoT Projects in Smart Cities (pp. 80-95). IGI Global.
- Newhouse, P. (2002). Literature review: The impact of ICT on learning and teaching. Perth, Western Australia: Department of Education.
- Olatokun, W. M. (2009). Policy Options for E-Education in Nigeria. In Encyclopedia of Information Science and Technology, Second Edition (pp. 3098-3104). IGI Global.
- Oliver, R. (2005). Quality assurance and e-learning: blue skies and pragmatism. *ALT-J*, 13(3), 173-187.
- Opricovic, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems. Belgrade: Faculty of Civil Engineering. (In Serbian)
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions.
- Pelgrum, W. J. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: results from a worldwide educational assessment. *Computers & Education*, 37(2), 163-178.
- Peters, B. (2000). ICT and the Emerging Paradigm for Life Long Learning.
- Plomp, T., Anderson, R. E., Law, N., & Quale, A. (Eds.). (2009). CrossNational Information and Communication Technology Policies and Practices in Education:(Revised Second Edition). IAP.
- Popovic, G., Stanujkic, D., Karabasevic, D., Maksimovic, M., & Sava, C. (2019). Multiple criteria approach in the ranking of the sustainable indicators for cultural heritage sites. *Quaestus*, (14), 165-175.
- Popović, G. (2019). Framework for the quality control manager selection based on the PIPRECIA and WS PLP methods. In: Selected Papers – The 3rd Conference on Economics and Management - EMAN 2019, “How to Cope With Disrupted Times”, 28 March, 2019, pp. 33-45. Ljubljana, Slovenia: Association of Economists and

Managers of the Balkans, Belgrade, Serbia, Faculty of Management Koper – Koper, Slovenia, Doba Business School - Maribor, Slovenia, Integrated Business Faculty - Skopje, Macedonia, Faculty of Management - Zajecar, Serbia.

- Popović, G., & Mihajlović, D. (2018). An MCDM approach to tourism projects evaluation: the upper danube basin case. *Modern management tools and economy of tourism sector in present era*, 129-141.
- Popović, G., Đorđević, B., & Milanović, D. (2019a). Multiple criteria approach in the mining method selection. *Industrija*, 47(4), 47-62.
- Pulkkinen, J. (2007). Cultural globalization and integration of ICT in education. *Educational technology: Opportunities and challenges*, 13-23.
- Reza, S., & Majid, A. (2013). Ranking financial institutions based on of trust in online banking using ARAS and ANP method. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6(4), 415-423.
- Riel, M. (1998, May). Education in the 21st century: Just-in-time learning or learning communities. In fourth annual conference of the emirates center for strategic studies and research, Abu Dhabi.
- Romrell, D., Kidder, L., & Wood, E. (2014). The SAMR model as a framework for evaluating mLearning. *Online Learning Journal*, 18(2).
- Rostamzadeh, R., Esmaeili, A., Nia, A. S., Sapauskas, J., & Ghorabae, M. K. (2017). A fuzzy ARAS method for supply chain management performance measurement in smes under uncertainty. *Transformations in Business & Economics*, 16.
- Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundation of ELECTRE methods. *Theory and Decision*, 31(1), 49-73.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill.
- Sachar, M., & Neumann, Y. (2010). Twenty years of research on the academic performance differences between traditional and distance learning: Summative meta-analysis and trend examination. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2), 318-334.

- Sadi-Nezhad, S., Etaati, L., & Makui, A. (2010, June). A fuzzy ANP model for evaluating e-learning platform. In *International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems* (pp. 254-263). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Saud, M. S., Shu'aibu, B., Yahaya, N., & Yasin, M. A. M. (2011). Effective integration of information and communication technologies (ICTs) in technical and vocational education and training (TVET) toward knowledge management in the changing world of work. *African Journal of Business Management*, 5(16), 6668-6673.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, 35(5), 31-38.
- Schmidt, S. W., Tschida, C. M., & Hodge, E. M. (2016). How faculty learn to teach online: What administrators need to know. *Online Journal of Distance Learning Administration*. http://www.westga.edu/~distance/ojdla/spring191/schmidt_tschida_ho
- Schoepp, K. (2005). Barriers to technology integration in a technology-rich environment. *Learning and teaching in higher education: Gulf perspectives*, 2(1), 1-24.
- Sims, R., Dobbs, G., & Hand, T. (2002). Enhancing quality in online learning: Scaffolding planning and design through proactive evaluation. *Distance education*, 23(2), 135-148.
- Sinko, M., & Lehtinen, E. (1999). *The Challenges of ICT*. Atena.
- Sokku, S. R., & Anwar, M. (2019, June). Factors Affecting the Integration of ICT in Education. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1244, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.
- Southworth, J. H., Flanigan, J. M., & Knezek G. (1981). Computers in education: international multi-mode electronic conferencing. *The Printout*, 8-13.
- Srinivasa, R. K., & Nagesh, K. D. (2010). *Multicriterion Analysis in Engineering and Management*. PHI Learning Private Limited. New Delhi: India.
- Stanujkic, D. (2015). Extension of the ARAS method for decision-making problems with interval-valued triangular fuzzy numbers. *Informatika*, 26(2), 335-355.
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Cipriana, S. (2018). An application of the PIPRECIA and WS PLP methods for evaluating website quality in hotel industry. *Quaestus*, 12, 190-98.

- Stanujkic, D., Karabasevic, D., Smarandache, F., Zavadskas, E. K., & Maksimovic, M. (2019). An innovative approach to evaluation of the quality of websites in the tourism industry: a novel MCDM approach based on bipolar neutrosophic numbers and the Hamming distance. *Transformation in Business and Economics*, 18/1(46), 149-162.
- Stanujkic, D., Kazimieras Zavadskas, E., & Tamošaitienė, J. (2015). An approach to measuring website quality in the rural tourism industry based on Atanassov intuitionistic fuzzy sets. *E + M Ekonomie a Management*, 18(4), 461-470.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Ghorabae, M. K., & Turskis, Z. (2017). An extension of the EDAS method based on the use of interval grey numbers. *Studies in Informatics and Control*, 26(1), 5-12.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Urosevic, S., & Maksimovic, M. (2017). An approach for evaluating website quality in hotel industry based on triangular intuitionistic fuzzy numbers. *Informatica*, 28(4), 725-748.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E.K., Karabasevic, D., Smarandache, F., & Turskis, Z. (2017). The use of the pivot pairwise relative criteria importance assessment method for determining the weights of criteria. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 20(4), 116-133.
- Stavredes, T., & Herder, T. (2014). *A guide to online course design: Strategies for student success*. John Wiley & Sons.
- Steinke, K., & Bryan, V. C. (2014). Adult learning in a digital age: Effective use of technologies for adult learners. In *Handbook of Research on Education and Technology in a Changing Society* (pp. 607-624). IGI Global.
- Stević, Ž., Stjepanović, Ž., Božičković, Z., Das, D. K., & Stanujkić, D. (2018). Assessment of conditions for implementing information technology in a warehouse system: A novel fuzzy piprecia method. *Symmetry*, 10(11), 586.
- Stević, Ž., Tanackov, I., Vasiljević, M., & Vesković, S. (2016). Evaluation in logistics using combined AHP and EDAS method. In *Proceedings of the XLIII International Symposium on Operational Research, Belgrade, Serbia* (pp. 20-23).
- Stević, Ž., Vasiljević, M., Puška, A., Tanackov, I., Junevičius, R., & Vesković, S. (2019b). Evaluation of suppliers under uncertainty: a multiphase approach based on fuzzy AHP and fuzzy EDAS. *Transport*, 34(1), 52-66.

- Stević, Ž., Vasiljević, M., Puška, A., Tanackov, I., Junevičius, R., & Vesković, S. (2019a). Evaluation of suppliers under uncertainty: a multiphase approach based on fuzzy AHP and fuzzy EDAS. *Transport*, 34(1), 52-66.
- Sun, C. C., & Lin, G. T. (2009). Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites. *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11764-11771.
- Sun, X., Gollnick, V., Li, Y., & Stumpf, E. (2014). Intelligent multicriteria decision support system for systems design. *Journal of Aircraft*, 51(1), 216-225.
- Surjono, H. D., & Gafur, A. (2010). Potensi pemanfaatan ICT untuk peningkatan mutu pembelajaran SMA di kota Yogyakarta. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 2(2).
- Tang, T. L. P., & Austin, M. J. (2009). Students' perceptions of teaching technologies, application of technologies, and academic performance. *Computers & education*, 53(4), 1241-1255.
- Tapscott, D. (2009). The eight net gen norms. In *Grown up digital* (pp.75-96). Toronto, Ontario: McGraw-Hill.
- Tazhina, G. (2020). Regional University Partnership for Sustainable Development in the Age of Digital Technologies. In *Toward Sustainability Through Digital Technologies and Practices in the Eurasian Region* (pp. 152-174). IGI Global.
- Tinio, V. L. (2002). ICT in education: UN development programme. Accessed November, 12, 2014.
- Tinio, V. L. (2003). ICT in Education. UNDP.
- Tomašević, M., Lapuh, L., Stević, Ž., Stanujkić, D., & Karabašević, D. (2020). Evaluation of Criteria for the Implementation of High-Performance Computing (HPC) in Danube Region Countries Using Fuzzy PIPRECIA Method. *Sustainability*, 12(7), 3017.
- Toomey, R. (2001). *Schooling Issues Digest No 2: information and communication technology for teaching and learning*. Commonwealth Department of Education, Science and Training.
- Trehan, A., & Trehan, R. (2019). ICT in Education Sector and its Impacts. *International Journal of Management, IT and Engineering*, 7(5), 281-288.

- Tsuei, H. J., Tsai, W. H., Pan, F. T., & Tzeng, G. H. (2020). Improving search engine optimization (SEO) by using hybrid modified MCDM models. *Artificial Intelligence Review*, 53(1), 1-16.
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS - F). Case study: The analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location. *Transport*, 25(4), 423-432.
- Turskis, Z., Kersulienė, V., & Vinogradova, I. (2017). A new fuzzy hybrid multi-criteria decision-making approach to solve personnel assessment problems. case study: director selection for estates and economy office. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 51(3).
- Tzeng G-H., & Huang, J-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making, methods and applications*. Taylor & Francis Group. Boca Raton: USA.
- Vesković, S., Milinković, S., Abramović, B., & Ljubaj, I. (2020). Determining criteria significance in selecting reach stackers by applying the fuzzy PIPRECIA method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 72-88.
- Villalba, A., & González-Rivera, M. D. (2016). Integration of ICT in Physical Education for the improvement of the educational intervention: perception and proposals. *Trends and innovation in higher education*, 307-322.
- Villalba, A., González-Rivera, M. D., & Díaz-Pulido, B. (2017). Obstacles Perceived by Physical Education Teachers to Integrating ICT. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 16(1), 83-92.
- Wang, B. T., Teng, C. W., & Chen, H. T. (2015). Using iPad to facilitate English vocabulary learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 5(2), 100-104.
- Wang, M.J.J., Chang, T.C. (1995). Tool steel materials selection under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 72(3), 263-270.
- Wang, Q., & Woo, H. L. (2007). Systematic planning for ICT integration in topic learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(1), 148-156.
- Wang, Q., & Woo, H. L. (2007). Systematic planning for ICT integration in topic learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(1), 148-156.

- Wang, X., & Dostál, J. (2017). An analysis of the integration of ICT in education from the perspective of teachers' attitudes. Proceedings of EDULEARN17 Conference 3rd-5th July 2017, Barcelona, Spain.
- Wang, Y.M., Elhag, T. (2006). Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 31(2), 309-319.
- Wardell, T., Bevere, J., McCarty, J., Smith, W., Mulvaney, T., & Niesz, L. (2020). Transformational Leadership Initiatives Driving P-12 School Change: A Look at Leadership Through the Implementation of School and District Change Initiatives. In *Strategic Leadership in PK-12 Settings* (pp. 133-162). IGI Global.
- Wei, S.H., Chen, S.M. (2009). Fuzzy risk analysis based on interval-valued fuzzy numbers. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2285-2299.
- Yang, M. H., Su, C. H., & Wang, W. C. (2017). The use of a DANP with VIKOR approach for establishing the model of e-learning service quality. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 5927-5937.
- Yao, J.S., Lin, F.T. (2002). Constructing a fuzzy flow-shop sequencing model based on statistical data. *International Journal of Approximate Reasoning*, 29(3), 5–234.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
- Zadeh, L.A. (1975a). The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning – I. *Information Sciences*, 8(3), 199-249.
- Zadeh, L.A. (1975b). The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning – II. *Information Sciences*, 8(4), 301-357.
- Zadeh, L.A. (1975c). The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning – III. *Information Sciences*, 9(1), 43-80.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy*, 20, 165–179.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172.

Zhang, D., Zhao, J. L., Zhou, L., & Nunamaker Jr, J. F. (2004). Can e-learning replace classroom learning?. *Communications of the ACM*, 47(5), 75-79.

Zhang, S., Wei, G., Gao, H., Wei, C., & Wei, Y. (2019). EDAS method for multiple criteria group decision making with picture fuzzy information and its application to green suppliers selections. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(6), 1123-1138.

Zuppo, C. M. (2012). Defining ICT in a boundaryless world: The development of a working hierarchy. *International journal of managing information technology*, 4(3), 13.

Conole, G., & Dyke, M. (2004). What are the affordances of information and communication technologies?. *ALT-J Research in Learning Technology*, 12(2), 113-124.

Интернет извори:

Puentedura, R. (2003). An Introduction. [Web page]. Retrieved from <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000001.html> (приступљено: 31. 03. 2020).

Rashty, D. (2003). Traditional learning vs. elearning, http://www.click4it.org/images/f/f5/Traditional_Learning_vs_eLearning.pdf (приступљено: 21. 03. 2020.)

<http://www.ion.uillinois.edu/resources/tutorials/overview/elements.asp> (приступљено: 30. 03. 2020.)

<https://elearningindustry.com/5-common-problems-faced-by-students-in-elearning-overcome> (приступљено: 31. 03. 2020).

https://pierce.instructure.com/courses/983325/pages/ten-components-for-organizing-online-course-structure?module_item_id=12922145 (приступљено: 31. 03. 2020.)

<https://www.assoa.nt.edu.au/visitors-centre/the-centre/history> (приступљено: 21. 03. 2020.)

Puentedura, R. R. (2013, May 29). SAMR: Moving from enhancement to transformation [Web log post]. Retrieved from <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000095.html>

<http://pascapbi-3a.blogspot.com/2017/01/reviewing-ict-based-class-in-indonesia.html>

<http://pascapbi-3a.blogspot.com/2017/01/reviewing-ict-based-class-in-indonesia.html>

(приступљено: 01.03.2020.)

<https://cubes.edu.rs> (приступљено 22. 02. 2020.)

<https://www.it-akademija.com> (приступљено 22. 02. 2020.)

<https://link-elearning.com> (приступљено 22. 02. 2020.)

<https://www.ok-school.com> (приступљено 22. 02. 2020.)