



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ
И ХОТЕЛИЈЕРСТВО



Иван Стојшић

**МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ
ПРОШИРЕНЕ И ВИРТУЕЛНЕ
РЕАЛНОСТИ У НАСТАВИ И УЧЕЊУ
ГЕОГРАФИЈЕ**

- докторска дисертација -

Нови Сад, 2020.

Предговор

Интензиван развој технологија проширене и виртуелне реалности у последњих неколико година створио је нове могућности за увођење иновација и унапређење наставе географије. Ова дисертација се бави истраживањем и приказом тих могућности и организована је у неколико целина:

- Први део чини увод у којем је дат приказ развоја образовне технологије и преглед савремених теоријских полазишта и истраживања која се односе на коришћење информационо-комуникационих технологија у образовању (са фокусом на наставу географије).
- Други део је теоријска основа рада и обухвата одређивање и дефинисање појмова проширене и виртуелне реалности и преглед литературе која се односи на њихову примену у образовању.
- Трећи део је сагледавање специфичности географије са аспекта могућности примене имерзивних технологија у процесима наставе и учења овог предмета.
- Четврти део представља методологију истраживања у оквиру које су представљени и објашњени предмет, циљ, задаци, варијабле и хипотезе истраживања, узорак и поступак и начини обраде добијених података у оквиру два истраживања (прво са студентима и друго са наставницима географије).
- Пети део обухвата резултате истраживања, односно приказ тестираних хипотеза и додатних анализа.
- Шести део представља дискусију у оквиру које су добијени резултати упоређени са досадашњим истраживањима из ове области.
- Седми део садржи предлоге интеграције и примене технологија проширене и виртуелне реалности у географском образовању.
- Осми део чине закључна разматрања.
- Девети део садржи списак коришћене литературе (и других извора) и прилоге.

Искористио бих прилику да се неизмерно захвалим својој менторки проф. др Анђелији Ивков-Цигурски на огромној подршци, помоћи и саветима, али пре свега јер је веровала у мене да могу да завршим докторске студије. Велику захвалност дугујем и члановима комисије на корисним саветима и сугестијама. Захвалио бих се и осталим професорима, асистентима и сарадницима *Департмана за географију, туризам и хотелијерство* који су ми помагали током мојих десетак година студирања на *Природно-математичком факултету* у Новом Саду. Хвала пуно и свим колегама са којима сам сарађивао током студија и приликом писања семинарских и научних радова.

Захваљујем се и *Институту за модерно образовање* из Београда на прилици да користим опрему доступну у *Савременој гимназији* у Београду и проучавам практичну примену проширене и виртуелне реалности у наставном процесу током школске 2017/2018. године. Такође, захвалио бих се и проф. др Линди Даниели (Универзитет Летоније у Риги) на подршци, стручним саветима и помоћи.

Захваљујем се свим наставницима географије који су учествовали у истраживању. Такође, велико хвала и студентима географије који су учествовали у обуци и истраживању.

Рад посвећујем својој породици у знак захвалности на разумевању и подршци током свих ових година. Хвала пуно што сте били уз мене и што ми нисте дозволили да одустанем.

САДРЖАЈ

УВОД	1
ТЕОРИЈСКИ ОКВИР	10
ДЕФИНИСАЊЕ ПОЈМОВА ПРОШИРЕНЕ И ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ.....	10
ПОЈАМ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ.....	10
ПОЈАМ ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ	17
ОДНОС ПРОШИРЕНЕ И ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ.....	35
ИМЕРЗИВНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ОБРАЗОВАЊУ	36
ПРИМЕНА ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ У ФОРМАЛНОМ И НЕФОРМАЛНОМ ОБРАЗОВАЊУ.....	38
ПРИМЕНА ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ У ФОРМАЛНОМ И НЕФОРМАЛНОМ ОБРАЗОВАЊУ.....	48
ИЗАЗОВИ У ПРОЦЕСУ ИНТЕГРАЦИЈЕ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И BYOD ИНИЦИЈАТИВА.....	60
КАРАКТЕРИСТИКЕ И СПЕЦИФИЧНОСТИ НАСТАВЕ ГЕОГРАФИЈЕ	64
ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ У НАСТАВИ И УЧЕЊУ ГЕОГРАФИЈЕ	69
ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ У НАСТАВИ И УЧЕЊУ ГЕОГРАФИЈЕ	74
МЕТОДОЛОГИЈА	81
ПРЕДМЕТ, ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА.....	81
ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	82
ВАРИЈАБЛЕ ИСТРАЖИВАЊА	84
КОРИШЋЕНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	84
ИНСТРУМЕНТИ.....	85
ПОЧЕТНИ УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ ГЕОГРАФИЈЕ.....	85
ЗАВРШНИ УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ ГЕОГРАФИЈЕ.....	90
УПИТНИК ЗА НАСТАВНИКЕ ГЕОГРАФИЈЕ.....	91
УЗОРАК.....	95
УЗОРАК У ИСТРАЖИВАЊУ СА СТУДЕНТИМА ГЕОГРАФИЈЕ.....	95
УЗОРАК У ИСТРАЖИВАЊУ СА НАСТАВНИЦИМА ГЕОГРАФИЈЕ.....	97
ПРОЦЕДУРА И КОРИШЋЕНИ МАТЕРИЈАЛИ У ИСТРАЖИВАЊУ	99
ОПИС ИСТРАЖИВАЊА СА СТУДЕНТИМА ГЕОГРАФИЈЕ.....	99
ОПИС ИСТРАЖИВАЊА СА НАСТАВНИЦИМА ГЕОГРАФИЈЕ.....	105
ОБРАДА ПОДАТАКА	106
РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	108
ХИПОТЕЗА 1 – ПРОЦЕНА СПРЕМНОСТИ СТУДЕНАТА ГЕОГРАФИЈЕ ДА НАСТАВУ ОРГАНИЗУЈУ СА МОБИЛНИМ УРЕЂАЈИМА ПОСЛЕ ОБУКЕ	108
ХИПОТЕЗА 2 – УТИЦАЈ ПРЕТХОДНОГ ПОЗНАВАЊА ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ НА СТАВ СТУДЕНАТА ГЕОГРАФИЈЕ О УПОТРЕБИ ОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У НАСТАВНОМ ПРОЦЕСУ	111
ХИПОТЕЗА 3 – УТИЦАЈ ОБУКЕ НА СТАВ СТУДЕНАТА О ПРИМЕНИ ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ У НАСТАВНОМ ПРОЦЕСУ	115

ХИПОТЕЗА 4 – ПРОЦЕНА СТУДЕНАТА ГЕОГРАФИЈЕ О МОГУЋНОСТИМА ПРИМЕНЕ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА СА РАЗЛИЧИТИМ НАСТАВНИМ САДРЖАЈИМА	117
ХИПОТЕЗА 5 – УТИЦАЈ ПОСЕДОВАЊА И КОРИШЋЕЊА МОБИЛНИХ УРЕЂАЈА НА ПРОЦЕНУ СПРЕМНОСТИ НАСТАВНИКА ГЕОГРАФИЈЕ ДА НАСТАВУ ОРГАНИЗУЈУ СА ОВИМ УРЕЂАЈИМА.....	121
ХИПОТЕЗА 6 – УТИЦАЈ ГОДИНА СТАРОСТИ НАСТАВНИКА ГЕОГРАФИЈЕ НА СТАВ О ПРИМЕНИ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У НАСТАВНОМ ПРОЦЕСУ.	125
ХИПОТЕЗА 7 – САГЛЕДАВАЊЕ ТЕШКО РАЗУМЉИВИХ ПРОГРАМСКИХ САДРЖАЈА ОД СТРАНЕ НАСТАВНИКА ГЕОГРАФИЈЕ У КОНТЕКСТУ ИСКОРИШЋАВАЊА ПОТЕНЦИЈАЛА ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА	127
ДОДАТНЕ АНАЛИЗЕ.....	129
<i>АНАЛИЗА КОМЕНТАРА</i>	129
<i>РЕЗУЛТАТИ КЛАСТЕР АНАЛИЗЕ</i>	133
<i>РЕЗУЛТАТИ SWOT АНАЛИЗЕ</i>	134
ДИСКУСИЈА	136
ПРЕДЛОГ ИНТЕГРАЦИЈЕ И ПРИМЕНЕ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ГЕОГРАФСКОМ ОБРАЗОВАЊУ	141
ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	145
ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ ПОДАТАКА	148
ПРИЛОЗИ.....	184
БИОГРАФИЈА.....	225

„Будућност је већ ту – само није равномерно дистрибуирана.“¹

- Вилијем Гибсон (William Gibson), писац научне фантастике

¹ ЕНГЛ. “The future is already here – it's just not evenly distributed.”

УВОД

Данашње генерације ученика одрастају у медијском окружењу у којем је употреба компјутера, мобилних уређаја и интернета део свакодневнице, што истовремено представља и изазов и могућност за развој образовних установа (Andevski et al., 2014; Arnold, 2015; Kőrösi, Esztelecki, 2015; Hussein, Nätterdal, 2015). Честе промене доводе до тога да прецизна прогноза будућих образовних потреба није могућа, али приметна је све већа међузависност науке, технологије и образовања, као и изражен утицај нових технологија на све сегменте људског живота укључујући и образовање (Milutinović, 2008).

Може се рећи да је данас готово немогуће замислити формално и неформално образовање без употребе рачунара и интернета (Matasić, Dumić, 2012). Међутим, Пешикан (2016) наглашава да образовање не сме да буде само купац и корисник различитих могућности информационо-комуникационих технологија (ИКТ), већ се мора сазнати како дигиталне образовне технологије утичу на наставни процес и како искористити тај утицај да се побољша квалитет наставе и повећа спремност ученика за живот и рад у окружењу које се знатно мења под утицајем нових технологија.

Историјски посматрано развој и функционисање школе се увек одвијало уз примену дефинисаних процедура, односно технологије (Мијановић, 2017). Појам „технологија“ је врло сложен и обухвата „све радне процесе, сировине, материјале, уређаје од којих зависи сам процес рада и читава производња“, док се у друштвеним наукама (у овом случају у процесу образовања) овај термин најчешће тумачи као „целокупни систем и начин коришћења хардвера и софтвера“ (Danilović, 2010, 427).

Даниловић (2004) истиче да се образовна технологија, као самостална и специфична научна област, развила око 1960. године из наставе са аудио и визуелним средствима (иако се са истраживањима започело почетком XX века). Међутим, интересовање за примену различитих наставних средстава у образовном процесу се јавило знатно раније и у Европи се интензивно развијало током XIX века под утицајем америчких педагога који су први схватили улогу и значај образовне технологије. Исти аутор истиче да се идеја о примени техничких уређаја (који би преузели неку улогу наставника) у настави појавила око 1920. године када је психолог Преси (Sidney Leavitt Pressey) направио прототипе наставних машина. Поимање образовне технологије је прошло кроз три еволуционе фазе (према Даниловић, 2004):

1. *Хардверску* – која је најдуже трајала и током ове фазе произведено је преко 30.000 различитих уређаја, средстава, инструмената и других помагала који су се користили и који се и данас користе у настави.

2. *Софтверску* – током ове фазе фокус је био на начину организације и презентације наставних садржаја путем аудиовизуелних средстава, наставних машина, електронских учионица, компјутера и мултимедије.

3. *Теоријску* фазу – у којој се трага за начинима формулисања, организовања и приказивања знања, односно како обезбедити ефикасно учење. Траже се и експериментално проверљиви докази да употреба образовне технологије може да побољша процес учења (Даниловић, 2004).

Образовна технологија се може сагледати у ужем и ширем смислу. У ужем значењу се односи на „наставна средства, помагала, инструменте, медије, техничке уређаје и другу апаратуру која се користи у настави“ (Мијановић, 2017, 18), односно обухвата и аналогне и

дигиталне технологије, иако се у новијој литератури овај појам везује пре свега за нове дигиталне технологије (Koehler et al., 2013). У ширем смислу образовна технологија обухвата „процесе планирања, организовања и кориштења најцјелисходнијих метода, облика и поступака, потребних за ефикаснију припрему, реализацију и вредновање васпитно-образовног постигнућа, уз најрационалнију подршку адекватних образовних медија и друге техничке апаратуре“ (Мијановић, 2017, 19).

На основу педагошких истраживања може се закључити да је циљ примене образовне технике и технологије у процесима наставе и учења да повећа:

1. рационалност,
2. ефикасност учења ученика,
3. продуктивност образовног процеса у целини,
4. комуникацију и преношање знања и
5. регулисање и управљање различитим активностима наставника (планирање, организовање, праћење, контрола и вредновање) (Danilović, 2010).

Опсежно истраживање о употреби ИКТ у школама у Републици Србији (спроведено 2013. године) показује да преовлађује мишљење наставника да ИКТ могу да осавремене наставу, приближе наставне садржаје ученицима и унапреде квалитет наставе. За наставнике који користе ИКТ у настави овај концепт обухвата: примену рачунара, таблет уређаја, мултимедијалне табле, паметних мобилних телефона и интернета, затим омогућава једноставнији и бржи проток информација и ширење знања (кроз електронску комуникацију, друштвене мреже, блогове, сајтове и слично), коришћење онлајн алата, програма, интернет сервиса и апликација за мобилне уређаје и бројних ресурса који се могу користити за поучавање и за праћење и проверу знања ученика, као и за стручно усавршавање наставника (Цигурски et al., 2013).

Бројна емпиријска истраживања указују да примена рачунара и мобилних уређаја може да унапреди наставу и побољша исходе учења ученика и њихову мотивацију. У сагледавању резултата 25 мета анализа (које укупно обухватају 1.055 примарних истраживања) о примени рачунара у формалном образовању путем мета анализе другог реда Тамим и сарадници (Tamim et al., 2011) закључују да величине ефекта из укључених мета анализа указују на позитивну вредност (од мале до средње величине) у корист експерименталних услова у којима је коришћена компјутерска технологија у настави у односу на контролне услове (без ове технологије), односно да употреба рачунара позитивно утиче и благо унапређује исходе учења и успех ученика. Сунг и сарадници (Sung et al., 2016) су мета анализом обухватили 108 експерименталних и квази-експерименталних истраживања (објављених у периоду од 1993. до 2013. године) и утврдили су да постоји позитиван утицај (величина ефекта од 0,523 - што представља средњу величину) коришћења мобилних уређаја (лаптоп рачунара, таблета, мобилних телефона и других преносивих уређаја) у настави на образовна постигнућа ученика у поређењу са традиционалном наставом или наставом у којој се користе десктоп рачунари. Исти аутори су анализирали и 22 истраживања у којима су биле укључене и афективне варијабле и утврђен је позитиван утицај примене ових уређаја на мотивацију, задовољство и став о образовању ученика (величина ефекта 0,433 - што представља средњу величину) (Sung et al., 2016).

Значајан је број радова (и домаћих и старних аутора) који се баве применом и ефектима коришћења рачунара у настави географије (видети Живковић, Јовановић, 2006; Ивков-Цигурски et al., 2009; Kerski, 2003; Luo et al., 2016; Попадић, 2011; Teh, Fraser, 1994; Tüzün et al., 2009). Такође, поједини аутори (видети Andjelković, Pavlović, 2015; Драшковић,

2013; Komlenović, Manić, 2008) истичу да је потребно интегрисати модерне технологије (нове медије) и ГИС² (Географски информациони систем) у наставу географије на свим нивоима образовања. Коришћење ГИС-а је подржано *Опитим стандардима за крај средњег и средњег стручног образовања и васпитања у делу општеобразовних предмета за предмет Географија* (Прилог 1, Табела А2; Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2015) кроз стандарде 2.ГЕ.2.1.2.*³ и 2.ГЕ.3.1.2.*⁴. Међутим, потребно је напоменути да поменути стандарди нису тестирани (јер наставни програми у време доношења стандарда нису обухватили садржаје и теме на које се ови стандарди постигнућа односе, тако да су обележени звездицом).

Пешикан (2016, 40) истиче да „Сама технологија не може да подучава, она може да замени наставника као извор података, али не као организатора наставе и партнера у педагошкој интеракцији кроз коју ће ученици изграђивати знање.“ Учење потпомогнуто технологијом (енгл. *technology-enhanced learning*) се често одређује само као употреба ИКТ-а у процесима наставе и учења (Kirkwood, Price, 2014). Међутим, шира концептуализација овог појма, која обухвата укрштање педагогије и технологије, била би прикладнија (Bälter, 2017). Такође, у последњих неколико година све више се користи и појам „паметно образовање“ (енгл. *smart education*) који је повезан, али знатно шири од термина „учење потпомогнуто технологијом“ (Gros, 2016). Према Грос-у (Gros, 2016, 6) „паметно образовање подстиче висок ниво употребе технологије и њено коришћење и као алата и као ‘интелектуалног’ партнера за креативност, сарадњу и мултимедијалну продуктивност“. Киншук и сарадници (Kinshuk et al., 2016) истичу да су проширена (енгл. *Augmented reality - AR*) и виртуелна реалност (енгл. *Virtual reality - VR*) примери иновативних технологија које се могу користити у паметним окружењима за учење како би створиле образовне могућности које су биле тешко изводљиве (или немогуће) у традиционалној настави. Исти аутори напомињу да ефикасна употреба нове образовне технологије није само њено уношење у окружење за учење, јер је неопходна и одговарајућа дидактичко-методичка основа, као и нове наставне стратегије (Kinshuk et al., 2016). Наставне стратегије се обично односе на специфичне поступке за поучавање одређеног наставног садржаја (Šimić Šašić, 2011), или се одређују као приступи које наставници следе како би остварили циљеве наставе, односно постигли идентификоване исходе (Akdeniz, 2016).

Мијановић (2017) истиче да добра ИКТ инфраструктура школе није довољна гаранција да ће у пракси бити организована настава која полази од предзнања, узраста, личних способности и могућности ученика и која је утемељена на конструктивистичкој парадигми⁵. Настава утемељена на овој парадигми је у дидактичко-методичкој пракси позната као „индивидуализована, истраживачка, креативна, хеуристичка, интерактивна, развијајућа, мултимедијска и слична настава“ (Мијановић, 2017, 22). Стојшић и Томић (2014) су извршили преглед карактеристика конструктивистичке педагогије са аспекта

² Географски информациони систем (ГИС) је „организован скуп рачунарског хардвера, софтвера, података, особља и мрежа ради ефикасног прикупљања, складиштења, ажурирања, руковања, анализе, моделовања, преноса и приказа свих облика просторних информација“ (Jovanović et al., 2012, 11).

³ „Разуме значај и могућности практичне примене географског информационог система (ГИС).“

⁴ „Примењује географски информациони систем (ГИС) за креирање једноставних географских карата.“

⁵ Према конструктивистичкој теорији учења, знање се стиче активним упознавањем нових садржаја (одабиром, интерпретацијом, асимилацијом, прерадом или комбиновањем), а не меморисањем путем механичког понављања. У том процесу постојеће сазнајне структуре, претходна искуства и вредности служе као филтери (или оквири) у интеракцији са новим образовним активностима. Конструкција новог знања (која доводи до промене постојећих оквира) се одвија кроз акције или учениково истраживање. Знање је формирано од конструкција које се стварају у неком социјалном контексту (видети Gojkov, 2002; Милутиновић, 2011; Мишановић, 2000).

активне наставе географије и дали предлоге за реализацију програмских садржаја у складу са овом парадигмом. Међутим, исти аутори истичу да заступљеност примене конструктивистички организованих наставних активности у пракси зависи од захтева образовног система и опремљености школа, али пре свега од иницијативе и компетентности наставника географије (Стојшић, Томић, 2014).

Савремено иницијално дидактичко-методичко образовање студената (будућих наставника), као и професионални развој наставника све више се заснива на ТРАСК (енгл. *Technological Pedagogical Content Knowledge*) моделу (Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013; Mishra, Koehler, 2006).

Овај модел (Схема 1) данас представља стандардни оквир за имплементацију технологије у образовни процес и описује све оно што наставници треба да знају да би успешно користили образовну технологију у наставној пракси (Bower et al., 2010; Edwards, Cheok, 2018; Станисављевић et al., 2014) и односи се на интеграцију и међусобну зависност три облика знања:

1. предметног или садржајног (енгл. *Content Knowledge* - СК),
2. педагошког (енгл. *Pedagogical Knowledge* - ПК) и
3. технолошког знања (енгл. *Technology Knowledge* - ТК) (Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013; Mishra, Koehler, 2006).

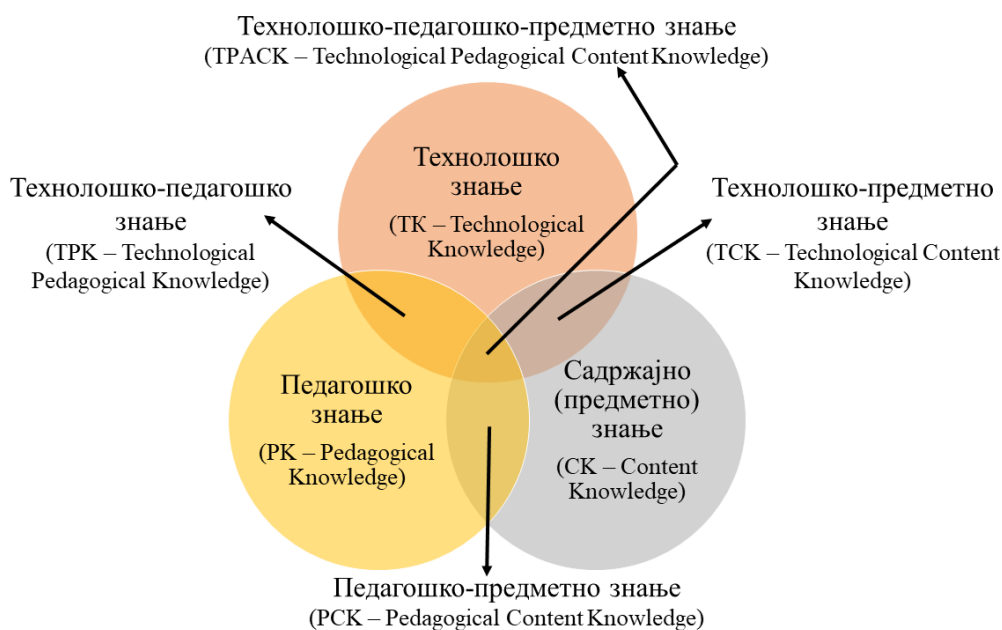


Схема 1. Приказ ТРАСК модела и његових саставних елемената

Извор: Koehler, Mishra, 2009 и Koehler et al., 2013

Елементи ТРАСК модела су (према Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013; Mishra, Koehler, 2006):

1. *Предметно (садржајно) знање* – се односи на наставничко знање о наставним садржајима, односно на темељно познавање и разумевање предметне материје (Koehler, Mishra, 2009). Поседовање предметних знања представља предуслов за наставнички позив, међутим само познавање наставних садржаја није довољно за постизање ефикасне наставе (Mishra, Koehler, 2006; Shulman, 1986).

2. *Педагошко знање* – је наставничко знање о наставној теорији и пракси, односно о циљевима и задацима образовања и васпитања, наставним методама и техникама и укључује разумевање процеса учења и руковођења учионицом, као и познавање планирања

наставних активности и израде припрема за часове, праћење напредовања ученика и оцењивање (Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013).

3. *Педагошко-предметно знање* – је појам који је 1986. године Шулман (Shulman, 1986) увео ради описивања посебног домена знања наставника који представља мешавину познавања предметних садржаја и одговарајуће педагогије. У суштини ово знање представља методичко знање наставника (Станисављевић et al., 2014) неопходно за развијање ефикасних наставних стратегија и обухвата познавање наставних метода и техника, карактеристика ученика и њиховог предзнања (укључујући и откривање заблуда и мисконцепција), курикулума (наставног плана и програма), начина провере знања и оцењивања (Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013; Mishra, Koehler, 2006).

4. *Технолошко знање* – је тешко дефинисати, али се може одредити као знање које особи (наставнику) омогућава да продуктивно користи информационе технологије, као и да се прилагођава њиховим променама (Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013).

5. *Технолошко-предметно знање* – представља везу између технологије и предметног знања и односи се на чињеницу да је напредак технологије праћен новим научним сазнањима. Наставници треба да разумеју утицај технологије на праксу и знања научне дисциплине коју предају, као и да оцене које образовне технологије су прикладне за учење одређених наставних садржаја (Edwards, Cheok, 2018; Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013).

6. *Технолошко-педагошко знање* – се односи на могуће промене у поучавању и учењу које настају када се одређене технологије примене на специфичан начин. Наставници треба да разумеју када могу да искористе предности технологија у настави. Такође, знатан број технологија које се користе у процесу наставе нису првобитно дизајниране за ту сврху, тако да је неопходно њихово прилагођавање образовним потребама, јер сама примена технологије није циљ, већ повећање ефикасности учења ученика (Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013).

7. *Технолошко-педагошко-предметно знање* – је интегрисан облик ових знања и представља темељ ефикасног поучавања уз примену технологије. Свака наставна активност представља јединствену комбинацију ова три знања (фактора) и захтева стварање, одржавање и поновно успостављање равнотеже међу факторима. Такође, поменути фактори се не налазе у вакуму него у специфичном контексту (на пример степен опремљености и школски прописи) који утиче на планирање и реализацију наставних активности (Koehler et al., 2013).

Мијановић (2017) наводи да ефикасност наставе највише зависи од предметне стручности и дидактичко-методичке, као и технолошке компетентности наставника, односно да би се остварила оптимална васпитно-образовна клима⁶ у одељењу наставник треба да направи адекватан избор и примени флексибилне образовне технологије. Међутим, поставља се питање како направити избор и интегрисати одређену технологију у наставу, као и како извршити евалуацију.

Један од често помињаних модела за интеграцију и евалуацију дигиталне технологије у процесима наставе и учења је CAMP модел (Graziano, Daley, 2017; Romrell et al., 2014), који је дефинисао др Рубен Пуентедура (видети Puentedura, 2013, 2015). Овај модел (Схема 2) укључује четири нивоа примене технологије (1. С - *супституција*, 2. А -

⁶ Појам школска клима се заснива на „перцепцијама људи о школском животу које рефлектују норме, циљеве, вредности, интерперсоналне односе и образовне праксе, као и организациону структуру“ (видети Ђорђевић, Дамјановић, 2016, 303).

аугментација, 3. М - модификација и 4. Р - редефиниција) уз примере и питања и представља оквир за размишљање који треба да помогне наставницима да процене и оцене образовну технологију коју користе (или планирају да интегришу) у својој наставној пракси (Puentedura, 2013, 2015).

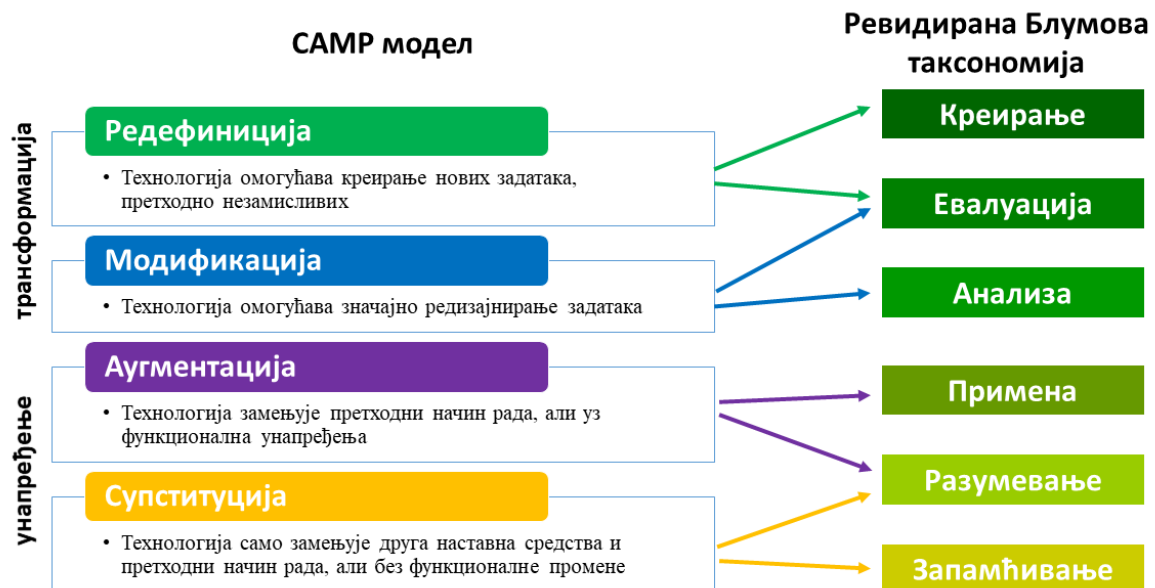


Схема 2. СAMP модел и његов однос са ревидираном Блумовом таксономијом
Извор: Puentedura, 2015

Треба истаћи и да је Чурчес (Churches, 2008) проширио ревидирану Блумову таксономију (видети Anderson, Krathwohl, et al., 2001; Krathwohl, 2002) на дигитално окружење додајући нове активне глаголе и конкретне веб 2.0 алате који одговарају дигиталном добу, односно тако је настала „Блумова дигитална таксономија“. Каталог (на српском језику) који обухвата веб алате (распоређене према намени) употребљиве у настави је доступан на сајту „Вебциклопедија: каталог веб-алата“ (<http://vebiciklopedija.zajednicaucenja.edu.rs>).

Правилник о стандардима компетенција за професију наставника и њиховог професионалног развоја (Службени гласник РС - Просветни гласник, бр. 5/2011) дефинише компетенције као скуп потребних знања, вештина и вредносних ставова наставника и прописује, поред осталог, да наставник треба да примењује одговарајуће и доступне технологије, да се континуирано стручно усавршава у области научне дисциплине коју предаје, методике наставе и образовне технологије, као и да планира информисање о новим трендовима и усклађује своју праксу са иновацијама у образовању и васпитању. Документ „Оквир дигиталних компетенција – Наставник за дигитално доба 2019“ (Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, 2019) представља ревидирану верзију Оквир из 2017. године (Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, 2017) који је израђен са циљем да подржи наставнике у процесу интеграције дигиталних садржаја у свакодневну праксу. Новим Оквиром (из 2019. године) дефинисано је шест категорија које обухватају 24 дигиталне компетенције наставника (Табела 1). Треба истаћи да су унутар сваке од издвојених компетенција предложена три нивоа сложености (почетни, средњи и напредни) који могу послужити као ослонац у процесу самовредновања.

Табела 1. Категорије дигиталних компетенција према Оквиру дигиталних компетенција

1. Дигитално окружење	1.1. Безбедност
	1.2. Предострожност
	1.3. Етичност
	1.4. Заштита и чување података и уређаја
	1.5. Здравствена заштита
	1.6. Допринос друштвеној заједници
2. Дигитални ресурси	2.1. Претраживање интернета
	2.2. Селекција и евалуација
	2.3. Адаптација и креирање
	2.4. Управљање, заштита и дељење
3. Настава и учење	3.1. Планирање примене технологије у настави
	3.2. Креирање аутентичног и стимулативног дигиталног окружења за учење
	3.3. Примена система за управљање учењем
4. Оцењивање и праћење напретка ученика	4.1. Сумативно оцењивање
	4.2. Формативно оцењивање
	4.3. Е-портфолио одељења и ученика
	4.4. Аналитика учења
5. Подршка ученицима	5.1. Инклузија
	5.2. Диференцирана настава
	5.3. Доступност
	5.4. Асистивна технологија
6. Професионални ангажман	6.1. Комуникација и сарадња
	6.2. Професионални развој у онлајн окружењу
	6.3. Е-портфолио

Извор: Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, 2019

Дигитална компетенција је такође једна од 11 општих и међупредметних компетенција издвојених у образовном систему Републике Србије за крај средњег образовања, а у циљу да ученици буду способни да ИКТ користе у свакодневном животу, школовању и будућем послу (Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2013).

Кроз програме као што је *Дигитална школа*⁷ школе у Републици Србији су опремане рачунарским (дигиталним) кабинетима/учионицама, док су кроз пројекат „Развој ИКТ инфраструктуре у установама образовања, науке и културе“ скоро све основне и средње школе преко Академске мреже Србије (АМРЕС)⁸ добиле приступ интернету. У документу „Смернице за унапређивање улоге информационо-комуникационих технологија у образовању“ (Национални просветни савет, 2013) у оквиру 71 формулисаних препорука, поред осталог, истиче се да школске рачунаре и опрему треба ставити у функцију реализације целокупне наставе, односно да је потребно створити услове да употреба технологије постане саставни део наставне праксе свих предмета, као и подстицати развијање апликација за приступ онлајн садржајима за потребе наставе путем паметних телефона и других мобилних уређаја и промовисати савремене методе рада уз употребу ИКТ (као што су колаборативно учење, учење путем открића или учење кроз игру).

Акредитовани програми сталног стручног усавршавања наставника који обухватају примену мобилних уређаја и апликација у наставном процесу су били уврштени у каталоге

⁷ <http://www.digitalnaskola.rs>

⁸ <https://www.amres.ac.rs/cp/institucije/projekat-povezivanje-osnovnih-srednjih-skola>

за школску 2012/2013. и 2013/2014.⁹, затим за школску 2014/2015. и 2015/2016.¹⁰, као и за школску 2016/2017. и 2017/2018.¹¹ годину (Завод за унапређење образовања и васпитања, 2012, 2014, 2016; Kőrösi, Esztelecki, 2015). Такође, *Каталог програма сталног стручног усавршавања наставника, васпитача и стручних сарадника за школску 2018/2019, 2019/2020. и 2020/2021. годину* садржи бројне акредитоване програме који се тичу унапређења дигиталних компетенција наставника и примене ИКТ-а у реализацији наставног процеса. Одређени програми (на пример: 185 - *Примена апликација код ученика са комуникацијским тешкоћама и проблемима у учењу*; 296 - *Нова е-школа*; 308 - *Ванучиониичке активности у дигиталном окружењу*; 319 - *Мобилни свет наставе*; 320 - *Мобилни телефон – моја мини учионица*; 325 - *Примена виртуелне реалности у наставном процесу*; 331 - *Употреба мобилних апликација за побољшање квалитета наставе и учења: Паметни телефон као наставно средство 21. века*; 405 - *10 дигиталних вештина за наставнике 21. века*; 490 - *Мобилне апликације у наставном процесу*; 491 - *Мобилни телефон у настави*; 532 - *Планирање и интеграција информационо-комуникационих технологија у образовну праксу – практични примери*; 537 - *Повезивањем знања до нових сазнања*; и 592 - *Употреба онлајн игара у настави*) обухватају и теме које се односе на примену мобилних уређаја и апликација, као и технологија проширене и виртуелне реалности у настави и учењу (Завод за унапређење образовања и васпитања, 2018).

Поред формалних облика стручног усавршавања, наставницима су доступни бројни онлајн ресурси и масовни отворени онлајн курсеви (енгл. *massive open online course* - МООС) на бројним платформама као што су: edX¹², Coursera¹³, FutureLearn¹⁴, Canvas Network¹⁵ и сличне (Jobe et al., 2014; Misra, 2018; Stojšić et al., 2015; Filipi Matutinović, 2014), као и друге обуке у онлајн окружењу (на пример кроз „*Microsoft Educator Community*“¹⁶ и „*Google Teacher Center*“¹⁷) које им могу помоћи да овладају дигиталним компетенцијама потребним за успешну примену ИКТ-а у настави.

Кроз програме као што су „*Дигитални час*“¹⁸, „*Сазнали на семинару - применили у пракси*“¹⁹ и конференцију „*Нове технологије у образовању*“²⁰ наставници су у последњих неколико година представили бројне примере успешне и иновативне примене рачунара, мобилних уређаја (лаптоп рачунара, таблета, iPad-а и паметних мобилних телефона) и различитих програма, друштвених мрежа, онлајн алата и образовних апликација. Такође,

⁹ На пример: 267 - *Подстицање учења коришћењем мобилних апликација и мобилног учења*; и 783 - *Кажу правилно — неговање говорне културе*

¹⁰ На пример: 225 - *Електронске комуникације у унапређењу наставе - m-learning*; 244 - *Школа у облацима - интернет у служби ефективне педагошке праксе*; 353 - *Гугл апликације за образовање - алати за комуникацију и наставу*; 366 - *ИКТ на часу*; и 898 - *Мобилни свет наставе*

¹¹ На пример: 220 - *ИКТ на часу*; 222 - *Мобилни свет наставе*; 226 - *Онлајн наставник (креирај-постави-подели)*; 230 - *Употреба мобилних апликација за побољшање квалитета наставе и учења: Паметни телефон као наставно средство 21. века*; 348 - *CLIL аутентични и персонализовани материјали, приступи и технологије – Flipped classroom, KWL, Reflection, OfficeMix, Le*; 349 - *Kahoot! – учење на длану, и нетачно је тачно*; 434 - *Праћење напредовања ученика у дигиталној учионици*; и 727 - *Mobile learning - (QR Codes, texting, QR Voice)*

¹² <https://www.edx.org/>

¹³ <https://www.coursera.org/>

¹⁴ <https://www.futurelearn.com/>

¹⁵ <https://www.canvas.net/>

¹⁶ <https://education.microsoft.com>

¹⁷ <https://teachercenter.withgoogle.com>

¹⁸ <http://zbornikradova.mtt.gov.rs>

¹⁹ <http://zuov.gov.rs/saznali-na-seminaru-i-primenili-u-praksi>

²⁰ <https://www.britishcouncil.rs/new-technologies>

на поменутој конференцији су 2017. и 2018. године представљене (и на предавањима и на штандовима излагача) могућности примене технологија проширене и виртуелне реалности у настави и учењу (Слике 1 и 2).



Слика 1. и 2. Конференција „Нове технологије у образовању 2018“

Фото: Стојишић, И., Београд, 2018. године

Значајан је и број наставника из Републике Србије који се укључују у *eTwinning*²¹ и *Scientix*²² пројекте, а многи од њих у реализацији обухватају примену различитих веб алата и мобилних апликација (укључујући и технологије проширене и виртуелне реалности).

Проширена и виртуелна реалност се због својих специфичности посматрају као посебан део ИКТ-а, али се њихова примена у школама надовезује на употребу рачунара и интернета на часовима (Pantelidis, 2009), односно апликација и мобилних уређаја (Hussein, Nätterdal, 2015). Ипак, потребно је напоменути да њихова интеграција у наставни процес отвара бројна питања. Са једне стране су потенцијалне предности у виду могућности да се осавремени настава и да се комплексни и апстрактни садржаји учине очигледнијим и занимљивији ученицима, односно „Помоћу савремене образовне технологије могуће је пружити ученику све елементе стварности које, иначе, он никада сам не би могао сагледати због многобројних ограничења чула, способности, предзнања, искустава, простора, времена, финансија итд.“ (Danilović, 2010, 431). Са друге стране може се поставити питање да ли је примерено користити ове технологије, јер постоје бројне потенцијалне препреке као што су: школски прописи, опремљеност школа и стабилност интернет конекције, набавка потребних уређаја за виртуелну/проширену реалност (или дозвола за „понеси свој уређај“ [енгл. *bring your own device* - **BYOD**] модел интеграције), затим ограничења самих технологија (укључујући и безбедносне и здравствене ризике), као и степен развијености дигиталних компетенција наставника (Stojišić et al., 2016). Међутим, Пешикан (2016, 41) истиче да „У разумевању ИКТ у образовању не поставља се питање треба ли користити нове технологије у настави/учењу већ *када, зашто и како* их користити.“ Могући одговори на поменута питања, односно *када, зашто и како* применити технологије проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије су у фокусу ове дисертације.

²¹ <https://www.etwinning.net/sr/pub/index.htm>

²² <http://www.scientix.eu>

ТЕОРИЈСКИ ОКВИР

У оквиру теоријског дела рада дефинисани су појмови проширене и виртуелне реалности и истакнуте су педагошке основе и карактеристике њихове примене у образовању кроз приказ претходних истраживања.

ДЕФИНИСАЊЕ ПОЈМОВА ПРОШИРЕНЕ И ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ

Проширена (или аугментована) и виртуелна реалност (стварност) се могу посматрати као две стране истог новчића, јер имају заједничко порекло и одређене карактеристике. Међутим, у овом тренутку се чини да су им путеви различити (Gandolfi, 2018).

ПОЈАМ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ

Према Лаинеу (Laine, 2018) концепт проширене реалности је стар више од стотину година и основа се може пронаћи у роману Л. Френк Баума (Baum, 1901) из 1901. године у којем описује електронске прозирне наочаре које када се носе пројектују слово²³ на челу других ликова обавештавајући о њиховом карактеру. Међутим, проширена реалност се као појам јавља касније од виртуелне реалности (Krstić, 2017), иако се прототип „*ultimate display*“ уређаја, који је 1968. године конструисао Ајван Садерленд (Ivan Sutherland) (видети Sutherland, 1965, 1968), данас сматра првим системом и виртуелне и проширене реалности²⁴ (Orlosky et al., 2017). Назив „проширена реалност“ се везује тек за 1990. годину²⁵ и за Томаса Каудела (Thomas Caudell), који је тада радио као истраживач у компанији „Боинг“ (Boeing) (Gandolfi, 2018; Gandolfi et al., 2018; Orlosky et al., 2017; Caudell, Mizell, 1992).

Роналд Азума је међу првима понудио дефиницију проширене реалности и одредио ју је као варијацију виртуелне реалности у којој су виртуелни 3Д објекти интегрисани у реално окружење и доступни су у реалном времену ради побољшања корисникове перцепције и интеракције са стварним светом (Azuma, 1997). Међутим, неколико година касније Азума и сарадници (Azuma et al., 2001, 34) истичу да „систем проширене реалности допуњује стварни свет са виртуелним (компјутерски генерисаним) објектима који изгледају као да коегзистирају у истом простору као и стварно окружење“ и дефинишу овај систем са три својства: 1) комбинује стварне и виртуелне објекте у стварном окружењу; 2) ради интерактивно и у реалном времену; и 3) међусобно региструје (поравнава) стварне и виртуелне објекте. Временом су се појавиле и друге дефиниције, тако да Јуен и сарадници (Yuen et al., 2011) одређују појам проширене реалности као широк спектар технологија које пројектују компјутерски генерисане материјале у корисникову перцепцију реалног света,

²³ На пример слово „G“ значи добар (јер је скраћеница од енглеске речи *good*), слово „E“ значи зао (енгл. *evil*), слово „W“ значи мудар (енгл. *wise*) и слично (Baum, 1901).

²⁴ Билингхурст и сарадници (Billinghurst et al., 2015) се слажу да је прво истински компјутерски генерисано искуство са технологијом проширене реалности било оно које је створио Ајван Садерленд, али напомињу да ова технологија није новина и да људи већ хиљадама година користе огледала, сочива и изворе светлости за креирање виртуелних слика у стварном свету.

²⁵ У појединим изворима се наводи и 1992. година.

док Бовер и сарадници (Bower, Howe et al., 2014) истичу да системи проширене реалности поред 3Д модела могу да укључују текст, слике, видео клипове, звук и анимације.

При анализи различитих дефиниција проширене реалности Ву и сарадници (Wu et al., 2013) закључују да је проширена реалност везана за технологију, али потребно ју је концептуализовати шире од саме технологије, јер схваћена као шири концепт више одговара наставницима, истраживачима и дизајнерима. Такође, поједини аутори (Kesim, Ozarslan, 2012; Liarokapis, Anderson, 2010; Radu, 2014) виде ову технологију као нови медијум.

Проширена реалност побољшава корисникову перцепцију и интеракцију са реалним светом и не мора бити везана само за чуло вида, јер се потенцијално може применити на сва чула, односно и на чуло слуха, додира и мириса (Azuma, 1997; Azuma et al., 2001; Carmigniani et al., 2011). Поред додавања виртуелних садржаја ова технологија се може користити и за „уклањање“ објеката из реалног окружења (Azuma, 1997; Azuma et al., 2001). Крајњи циљ система проширене реалности би био приказивање најрелевантнијих информација у одговарајуће време и на одговарајућем месту. Другим речима, сврха је да се у реално окружење додају виртуелни садржаји (или да се модификују постојећи објекти) тако да корисници не праве разлику између виртуелних и стварних делова (Orlosky et al., 2017).

Технологија проширене реалности се често дели у две групе (видети Goff et al., 2018; Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018; Carbonell Carrera et al., 2018; Cheng, Tsai, 2013):

1. Прва група обухвата проширену реалност базирану на маркерима²⁶ или сликама (Слика 3 - маркер који се користи са апликацијом „Google Expeditions“²⁷) – камере рачунара, мобилних уређаја или AR/VR наочара/кацига (енгл. *head mounted display* - **HMD**²⁸) се користе да препознају маркере/слике и да их претворе у дигиталну информацију (Goff et al., 2018; Cheng, Tsai, 2013).

2. Друга група обухвата:

а) *Проширену реалност без маркера* (виртуелни садржаји и холограми су приказани у простору и нису везани за маркере) – поред пројектовања 3Д дигиталног садржаја, или кроз приказ интерактивних холограма у непосредно окружење (уз помоћ дубинских сензора и праћењем покрета и наредби корисника), овај приступ се посебно развио од средине 2017. и током 2018. године када су компаније „Епл“ (Apple) и „Гугл“ (Google) на тржиште изнеле своје AR платформе за паметне мобилне телефоне: *ARKit*²⁹ и *ARCore*³⁰. Поменуте платформе могу да уз помоћ камера и сензора паметног телефона мапирају простор (препознајући равне површине) у којем се корисник налази (Goff et al., 2018; Pellas et al., 2019).

²⁶ Користе се различити фидуцијални маркери, QR (*Quick Response*) кодови или 3Д објекти (на пример коцке на чијим странама се налазе QR кодови или једноставне шаре). Фидуцијални маркери су квадрати са црним оквиром и унутрашњим шаблоном који служи за идентификацију и препознавање оријентације (видети Billinghamurst et al., 2015). QR код је тип дводимензионалног бар кода, садржи информације о подацима за које је повезан и читљив је путем апликација за мобилне уређаје са камером (Law, So, 2010; Ramsden, 2008).

²⁷ <https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/>

²⁸ У домаћој литератури се „*head mounted display*“ најчешће оставља у оригиналу и користи у скраћеном облику HMD (што је случај и у овој дисертацији). Могући превод би био „дисплеј који се монтира на главу“, тако да се уз HMD користе и појмови као што су кациге или наочаре.

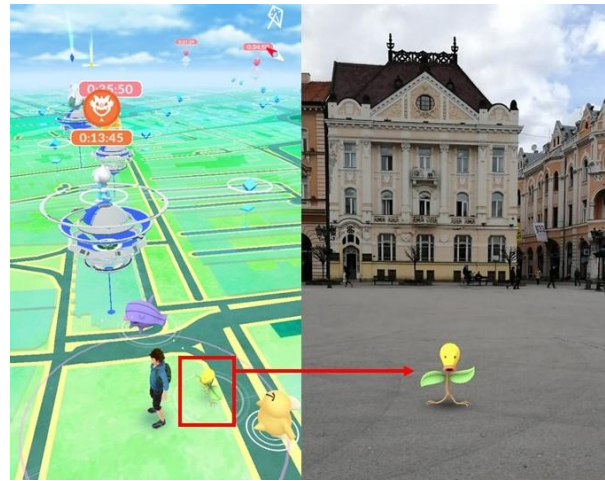
²⁹ <https://developer.apple.com/arkit/>

³⁰ <https://developers.google.com/ar/>

б) *Проширену реалност базирану на локацији* (Слика 4 - популарна „Рокéмон GO“³¹ игра) – ширу примену у образовању има са мобилним уређајима који користе предности геореференцирања и глобалног сателитског навигационог система (ГПС) да омогуће ученицима да уче кроз интеракцију са околином која их окружује (видети Куза, Georgiou, 2019; Santos et al., 2016; Chou, Chanlin, 2014).



Слика 3. Коришћење AR маркера у апликацији „Google Expeditions“
Фото: Стојишић, И., 2019. године



Слика 4. Апликација „Рокéмон GO“ – AR игра базирана на локацији корисника
Фото: Стојишић, И., Нови Сад, 2019. године

Проширена реалност се може одредити и као област компјутерске графике која се ослања на друге рачунарске дисциплине попут: хардвера, рачунарског вида (енгл. *computer vision*), детекције (енгл. *sensing*) и система за праћење (енгл. *tracking system*) (Núñez et al., 2008). Кључне компоненте система проширене реалности су (према Billinghurst et al., 2015):

1. Систем за праћење – служи за проналажење положаја корисничког гледишта и омогућава да аугментован садржај буде фиксиран у стварном свету. Најчешће се користе приступи:

- а. магнетног праћења,
- б. визуелног праћења (и са и без коришћења маркера, као и праћење 3Д структура [на пример *Microsoft Kinect* може да детектује покрете и позиције корисника]);
- в. коришћењем инерцијалних сензора (као што су: акцелерометар, жирокоп и магнетометар),
- г. применом система за глобално позиционирање (ГПС) и
- д. развијањем система хибридног праћења (Billinghurst et al., 2015).

2. Приказ или дисплеј (енгл. *display*) – ствара илузију да је виртуелни садржај заиста део корисничког реалног света. Први системи проширене реалности су најчешће користили НМД (односно специјалне наочаре или кациге), док се тренутно највише користе ручни уређаји са камером (као што су паметни телефони и таблети) (Billinghurst et al., 2015). Сантос и сарадници (Santos et al., 2014) издвајају четири могуће врсте приказа аугментованих садржаја:

- а. на екрану рачунара,
- б. на екрану ручних уређаја,

³¹ <https://www.pokemongo.com>

- в. коришћењем пројектора и
- г. ношењем специјалних HMD уређаја.

Сличну поделу предлажу и Кармињани и сарадници (Carmigniani et al., 2011) који издвајају три главне врсте дисплеја:

а. *специјалне наочаре (односно HMD уређаје)* - које се могу поделити на оне код којих се види кроз видео и на оптичке (које могу имати монокуларни или бинокуларни дисплеј);

б. *ручни дисплеј* (енгл. *handheld display*) - мали рачунарски уређај са екраном који корисник може држати у рукама и

в. *просторна проширена реалност* (енгл. *spatial augmented reality - SAR*) - приказује виртуелне графичке информације на физичим објектима без потребе да корисник носи специјалне наочаре/кациге (односно HMD) или ручне уређаје. Исти аутори истичу да постоје три различита приступа просторној проширеној реалности:

- кроз видео употребом камере (енгл. *video-see-through*),
- оптичка (енгл. *optical-see-through*) и
- директна аугментација (енгл. *direct augmentation*) (Carmigniani et al.,

2011).

Сантос и сарадници (Santos et al., 2014) истичу да се поред поделе и коришћења различитих дисплеја, они могу схватити и као две метафоре (без обзира који уређаји се користе):

- *метафора огледала* (енгл. *mirror metaphor*) се заснива на рефлексији (корисник посматра свој одраз који садржи интегрисане дигиталне садржаје) и

- *метафора наочара* (енгл. *glasses metaphor*) се односи на случај када су виртуелне информације интегрисане у оно што корисник види испред себе.

Проширена реалност се често користи са специјалним HMD уређајима (Gandolfi et al., 2018) и последњих неколико година представљене су бројне наочаре за проширену и/или микс реалност (енгл. *Mixed reality - MR*), као што су:

- **Google Glass**³² (Слика 5) – представља оптички HMD, односно врсту носиве технологије (енгл. *wearable technologies*) чији је прототип компанија „Гугл“ почела да продаје 2013. године (Sapargaliyev, 2014). Овај уређај је повучен из комерцијалне продаје (пре свега због питања која се односе на приватност и безбедност), али се и даље користи и развија у специјализованим областима, посебно за потребе здравственог сектора (Wei et al., 2018). Више о употреби *Google Glass* наочара у образовању видети у: Knight et al. (2015), Kuhn et al. (2016), Silva et al. (2014) и Wu et al. (2014).

- **Microsoft HoloLens**³³ (Слика 6) – је самосталан уређај са провидним екраном за микс реалност који омогућава кориснику реалистичан контакт са дигиталним садржајима и могућност интеракције и са стварним артефактима и са виртуелним холограмима (Leonard, Fitzgerald, 2018). *HoloLens 2* је унапређена верзија овог уређаја са већом резолуцијом, проширеним видним пољем (енгл. *field of view - FoV*) и уграђеним *Azure Kinect*³⁴ сензором. Доступне су одређене едукативне апликације за *HoloLens* и уређено је неколико емпиријских истраживања (видети Leonard, Fitzgerald, 2018; Radkowski, Ingebrand, 2017; Xue et al., 2019).

³² <https://x.company/glass>

³³ <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

³⁴ <https://azure.microsoft.com/en-us/services/kinect-dk/>



Слика 5. Google Glass

Извор:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Google_Glass_Main.jpg, модификовано,
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>



Слика 6. Microsoft HoloLens

Извор:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RamaholoLens.jpg>, модификовано,
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

- **Mira**³⁵ – је самосталан HMD уређај који користи паметан мобилни телефон као основу. Првобитно је био намењен за забаву, али се данас користи само за потребе различитих индустрија. Софтверски пакет у виду специјализоване апликације нуди опције као што су: даљинска помоћ (енгл. *remote assistance*), удаљена радна површина (енгл. *remote desktop*), инструкције за рад, листа задатака и сличне.

- **Meta 2**³⁶ – је друга генерација оптичког прозирног HMD система проширене реалности. Овај систем подржава природни гестуални интерфејс заснован на покретима руку за интеракцију са виртуелним садржајима, као и могућност постављања виртуелних објеката у реално окружење (без обзира на позицију и померање главе корисника). Видно поље (од 90°) је веће него код сличних уређаја, што повећава степен имерзивности при коришћењу (Pulli, 2017). Овај уређај је повучен из продаје и компанија која га је производила је продата непознатом купцу (Robertson, 2019).

- **Magic Leap One**³⁷ – је уређај за микс реалност који се састоји од HMD јединице (назване „Lightwear“) чији уграђени сензори омогућавају да дигитални објекти имају „контекстуално разумевање“ окружења у ком се налазе и обезбеђују просторни аудио, затим процесор и графика су смештени у малом преносивом диску названом „Superpowered Lightpack“, док се за интеракцију са дигиталним садржајима користи контролор са *шест степени слободе*³⁸ (енгл. *six degrees of freedom*). За потребе овог уређаја креиран је нови оперативни систем који се зове „Lumin OS“. Овај оперативни систем је у потпуности оптимизован за препознавање окружења, обезбеђује постојаност дигиталних садржаја у реалном окружењу и омогућава имерзивна искуства високог квалитета.

³⁵ <https://www.mirareality.com/>

³⁶ <https://www.metavision.com>

³⁷ <https://www.magicleap.com/>

³⁸ Степен слободе је концепт који одређује број независних параметара који се односе на кретање неког тела (објекта, система или тачке) у простору. Број степени слободе је заправо број независних кретања које објекат може да изводи у простору, а највећи је шест. Шест степени слободе значи да је положај одређен преко три трансляторна померања у правцу три осе x, y и z (кретање горе и доле; кретање лево и десно; и кретање напред и назад) и три ротације (пропињање, скретање и ваљање) (видети Golubović - Bugarski, 2014; Muhanna, 2015; Chow, 2010).

Такође, НМД уређаји за виртуелну реалност који имају камеру са предње стране се могу користити и као уређаји за проширену/микс реалност (Anthes et al., 2016), док се последњих година развијају и системи засновани на контактним сочивима (Kuntz et al., 2018).

3. Инпут и интеракција (енгл. *input and interaction technologies*) – развој читавог низа различитих инпут метода довео је до комплексних интерфејса који могу препознати и реаговати чак и на покрет и/или говор корисника (Billinghurst et al., 2015). Гуга (2015, 272) истиче да су гестуални интерфејси данас део свакодневног искуства и да они повезују реално и виртуелно, а гест дефинише као „било који телесни покрет који дигитални систем може да региструје и одговори на њега, а да при том не захтева употребу помоћних хардверских уређаја, као што су тастатура, миш или електронска оловка“, односно да тело преузима улогу интерфејса, док гестови (као што су махање, фацијалне експресије, додир и слично) стварају значења интеракција. Гестуални интерфејс се може поделити у две категорије (према Saffer, 2008):

а. *интерфејси екрана осетљивих на додир* (енгл. *touchscreen*) – код којих корисник директно додирује уређај и

б. *интерфејси слободне форме* (енгл. *free-form*) - подразумевају одсуство коришћења помоћних уређаја и употребу тела као интерфејса (Saffer, 2008).

Може се рећи да је улога екрана као границе у проширеној реалности ирелевантна, јер виртуелно и реално чине јединствен простор, односно перцепција виртуелног се поистовећује са перцепцијом реалног (Гуга, 2015).

Поред хардверских уређаја потребан је и одговарајући софтвер да омогући аугментовано искуство и за то се могу користити различите софтверске библиотеке (енгл. *software libraries*) и нативни комплети за развој софтвера (енгл. *software development kit - SDK*), али и различити ауторизовани алати (енгл. *authoring tools*), односно алати за непосредну израду.

Нативни развој AR апликација (користећи *ARToolKit*³⁹, *ARKit* [развијен на основу „Metaio“ AR производа, видети Laine, 2018], *ARCore* [који је развијен из пројекта „Tango“, видети Kuntz et al., 2018], *AR.js*⁴⁰ и друге комплете за развој софтвера) захтева добро познавање програмских језика и прављење засебних апликација за подржане платформе и уређаје. Због постојања изграђене заједнице (доступни су бројни ресурси и туторијали) и могућности да се рад на развоју AR апликације учини продуктивнијим и лакшим (видети Kuntz et al., 2018), програмери се све више одлучују за коришћење платформи за развој видео игара (енгл. *game engine*) као што су *Unity*⁴¹ и *Unreal*⁴². *Unity 3D* је посебно популаран (у тренутку писања ове дисертације) јер поседује широк избор доступних решења и прикључака (енгл. *plug-in*) (Billinghurst et al., 2015; Kuntz et al., 2018), као што су: *Vuforia*⁴³, *ARKit SDK*, *ARCore SDK* и слични (што олакшава и убрзава развој апликација). *vGIS*⁴⁴ је платформа за приказ ГИС података са технологијом проширене реалности ради решавања конкретних проблема. Више о могућностима укључивања и коришћења различитих ГИС софтвера за развој AR апликација видети у Ramos et al. (2018).

³⁹ <http://artoolkit.sourceforge.net/>

⁴⁰ <https://github.com/jeromeetienne/AR.js/blob/master/README.md>

⁴¹ <https://unity.com/solutions/mobile-ar>

⁴² <https://www.unrealengine.com/en-US/vr>

⁴³ <https://www.vuforia.com/>

⁴⁴ <https://www.vgis.io/>

Мота и сарадници (Mota et al., 2018) наводе да је недостатак програмерских вештина наставника значајна препрека у њиховом већем ангажовању у развијању и модификовању едукативних AR апликација, што негативно утиче и на ширу употребу ове технологије као алата за учење. Међутим, алати за непосредну израду се могу користити за прављење аугментованих сцена кроз графички интерфејс без потребе за програмирањем. Са овим алатима и наставници и ученици (студенти) могу повезати аугментован текст, слике, звук, видео и 3Д садржај са одштампаним маркерима или сликама, односно различитим визуелним наставним средствима (Billinghurst, Dünser, 2012) или локацијама. Доступни су бројни програми, апликације и онлајн алати за креирање, модификацију и обраду текста, слика, звучног и видео материјала, док се одговарајући 3Д модели могу направити или набавити на неколико начина: 1) коришћењем 3Д скенера или техником фотограметрије (Слика 7; видети Bernik, Cetina, 2018), 2) израдом у програмима за 3Д моделовање (као што су: *Paint 3D*⁴⁵, *3ds Max*⁴⁶, *Maya*⁴⁷, *Blender*⁴⁸ и слични), 3) израдом у VR апликацијама за НМД уређаје (као што су *Blocks*⁴⁹, *Tilt Brush*⁵⁰ и сличне) и 4) проналажењем и преузимањем одговарајућих модела на специјализованим сајтовима (као што су: *Poly*⁵¹, *Sketchfab*⁵², *eRock*⁵³, *NASA's 3D archive*⁵⁴, *TurboSquid*⁵⁵, *Unity Asset Store*⁵⁶ и слични).



Слика 7. 3Д модел стене направљен уз помоћ апликације „Qlone“⁵⁷
(приказан кроз апликацију „Object Viewer“⁵⁸)

Фото: Стојишић, И., 2018. године

⁴⁵ <https://www.microsoft.com/en-us/p/paint-3d/9nblggh5fv99?activetab=pivot:overviewtab>

⁴⁶ <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>

⁴⁷ <https://www.autodesk.com/products/maya/overview>

⁴⁸ <https://www.blender.org/>

⁴⁹ <https://vr.google.com/blocks/>

⁵⁰ <https://www.tiltbrush.com/>

⁵¹ <https://poly.google.com/>

⁵² <https://sketchfab.com/>

⁵³ <https://www.e-rock.co.uk/>

⁵⁴ <https://nasa3d.arc.nasa.gov/models>

⁵⁵ <https://www.turbosquid.com/>

⁵⁶ <https://assetstore.unity.com/categories/3d>

⁵⁷ <https://www.qlone.pro/>

⁵⁸ <https://miniverse.io/experience?e=object-viewer-for-merge-cube>

Неки од популарних алата за непосредну израду аугментованих садржаја су: *Layar*⁵⁹, *Wikitude*⁶⁰ (Billinghurst et al., 2015), *HP Reveal*⁶¹ - некадашња „Aurasma“ (Bower, Howe et al., 2014; Küçük et al., 2016; Pellas et al., 2019), *Aumentaty*⁶², *Augment*⁶³, *VEDILS*⁶⁴ (Mota et al., 2018), *Blippar*⁶⁵ (Burns, 2016; Pellas et al., 2019), *ARIS*⁶⁶, *Void AR*⁶⁷, *ViewAR*⁶⁸, *XZIMG*⁶⁹ (Laine, 2018), *Amazon Sumerian*⁷⁰, *Metaverse Studio*⁷¹, *CoSpaces Edu*⁷², *ROAR*⁷³, *WakingApp AR Studio*⁷⁴, *Zappar*⁷⁵ и слични. Поједини алати дају опцију коришћења програмирања у различитим језицима укључујући и блоковно (слично „Scratch“⁷⁶-у) које је релативно једноставно за коришћење.

Употреба технологије проширене реалности кроз посебне апликације има одређена ограничења по питању њихове примене на различитим платформама и мобилним и носивим уређајима. Приступ аугментованим садржајима путем веб претраживача (WebAR) може да одговори на те препреке. WebAR садржаји (код проширене реалности засноване на маркерима) се могу развијати коришћењем *A-Frame*⁷⁷-а и *AR.js*-а. Међутим, WebAR приступ (у тренутку писања ове дисертације) код примене проширене реалности засноване на локацији има и одређене проблеме (као што су латенција мреже и ГПС грешке), које ће вероватно развој 5G мреже и примена рачунарства у облаку (енгл. *cloud computing*) у ободном делу мреже (енгл. *mobile edge computing*) моћи да реше (Qiao et al., 2018).

ПОЈАМ ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ

Виртуелна реалност се у литератури користи за описивање различитих технологија као што су: *симулатори* (на пример летења, хируршки и слични), *виртуелни светови*, *масовне вишекорисничке онлајн видео игре* (енгл. *Massive Multiplayer Online Game*), *симулације*, *CAVE системи* (енгл. *Cave Automatic Virtual Environment* - кавезно аутоматско виртуелно окружење) и различите врсте наочара/кацига, односно *HMD уређаја* за виртуелну или микс реалност (Jensen, Konradsen, 2018), што указује на врло широко значање овог појма.

Почетак развоја концепта виртуелне реалности се често везује за примере из уметности⁷⁸ као што су: „*Casa dei Misteri*“ у Помпејима (која потиче из 60. године пре нове

⁵⁹ <https://www.layar.com/>

⁶⁰ <https://www.wikitude.com/>

⁶¹ <https://www.hpreveal.com/>

⁶² <http://www.aumentaty.com/indexEN.php>

⁶³ <https://www.augment.com/>

⁶⁴ <http://vedils.uca.es/web/index.html>

⁶⁵ <https://www.blippar.com/>

⁶⁶ <https://fielddaylab.org/make/aris/>

⁶⁷ <https://www.voidar.net>

⁶⁸ <https://www.viewar.com/>

⁶⁹ <https://www.xzimg.com/>

⁷⁰ <https://aws.amazon.com/sumerian/>

⁷¹ <https://studio.gometa.io/>

⁷² <https://cospaces.io/edu/>

⁷³ <https://theroar.io/>

⁷⁴ <https://www.wakingapp.com/>

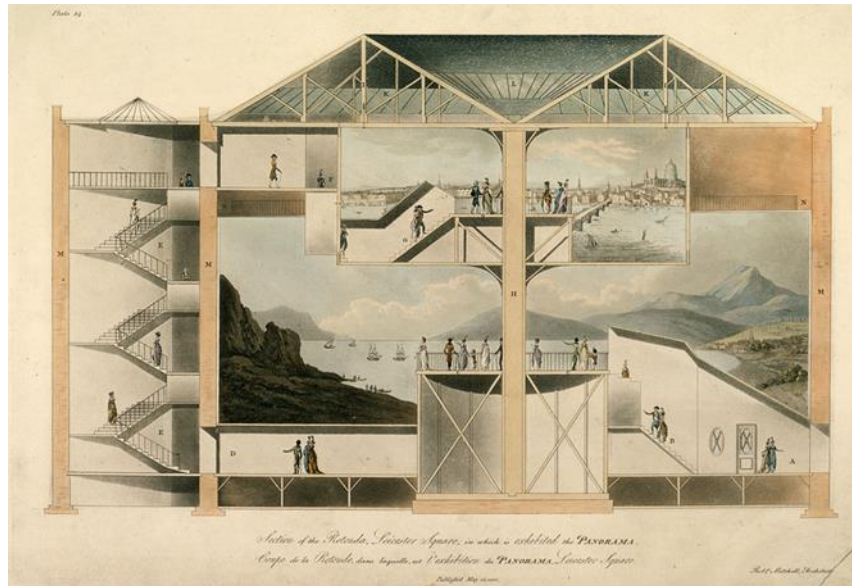
⁷⁵ <http://www.zappar.com/>

⁷⁶ <https://scratch.mit.edu/>

⁷⁷ <https://aframe.io/>

⁷⁸ Ивалт (Ewalt, 2018) истиче да на неки начин сви облици уметности настоје да створе виртуелну реалност, односно да публику уроне у своју тематику или причу. Међутим, исти аутор напомиње да су позориште и

ере), „*Sala delle Prospettive*“ у Риму (коју је осликао Балдасаре Перуци [Baldassarre Peruzzi] између 1516. и 1518. године) и панораме Роберта Баркера⁷⁹ (Слика 8) са краја XVIII века (видети Grau, 1999).



Слика 8. Пресек зграде „Панорама“ на Лестер скверу у Лондону коју је дизајнирао архитекта Роберт Мичел (Robert Mitchell) за потребе излагања панорамских слика Роберта Баркера

Извор: Robert Mitchell (London, 1801), у јавном домену - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cross-section-of-the-rotund_0.jpg#/media/File:Cross-section-of-the-rotund_0.jpg; <https://www.bl.uk/collection-items/section-of-the-rotunda-leicester-square>

Са техничког аспекта, почетак развоја виртуелне реалности као посебне технологије се везује за 1838. годину, односно за објављивање рада „*Contributions to the Physiology of Vision*“ (Wheatstone, 1838) професора Чарлса Витстона (Charles Wheatstone) у којем је описан појам стереоскопије⁸⁰ и приказан стереоскоп (Nunes de Vasconcelos et al., 2019). Убрзо по објављивању овог открића појавили су се бројни уређаји за гледање стереоскопских слика, док је *View-Master* (уређај из 1939. године који и данас представља основни принцип рада јефтених НМД уређаја) привукао глобалну пажњу (Jovanović, Milosavljević, 2017).

Гатало и сарадници (Gatalo et al., 2006) почетак развоја ове технологије везују за машину коју је 1929. године конструисао Едвин Линк (Edwin Link), а која је кориснику пружала осећај летења, као и за уређај *Сенсорам* (енгл. *Sensorama*) који је Мортон Хеилиг (Morton Heilig) конструисао почетком 60-их година XX века⁸¹. *Сенсорам* (Слика 9) је

слике само далеки рођаци данашњих система за имерзивну виртуелну реалност (односно да им је развој оптике знатно ближи).

⁷⁹ Роберт Баркер (Robert Barker, 1739–1806) је енглески сликар који је употребио назив „панорама“ (састоји се од две грчке речи пан - што значи све и хорама - што значи приказ) да опише своје 360° слике, чиме је овај појам ушао у ширу употребу (видети Uricchio, 2011).

⁸⁰ Стереоскопија се односи на природне особине људског ока, односно на могућност опажања релативне дубине када се посматрају две слике (које се мало међусобно разликују, јер су снимљене из различитих углова), тако да лево око види леву, а десно око десну слику што ствара илузију дубине (јер их визуелни систем спаја у једну тродимензионалну слику) (Stevanović Nešić et al., 2012).

⁸¹ У појединим изворима се помиње 1962. година, јер је те године издат патент за овај изум (видети Burdea, Coiffet, 2003).

омогућавала гледање стереоскопских покретних слика у боји (као што је возња мотоцикла кроз Бруклин и сличних кратких филмова), док је потпуно имерзивно искуство остварено коришћењем вентилатора, емитера мириса, стерео система и покретне столице (Burdea, Coiffet, 2003; Gatalo et al., 2006).



Слика 9. Сенсорамa

Извор: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sensorama-morton-heilig-virtual-reality-headset.jpg>,
модификовано, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Вин (Winn, 1993) истиче да се развијање технологије виртуелне реалности може пратити кроз развој HMD уређаја. Први HMD уређај представио је 1968. године Ајван Садерленд (видети Sutherland, 1968) и назвао га је „*Sword of Damocles*“ (Слика 10) (Јовановић, Милосављевић, 2017). Овај уређај је могао да прати позицију корисника и да генерише приказ за лево и десно око (Gatalo et al., 2006), међутим због своје тежине био је причвршћен за плафон и ширина видног поља је била свега 40 степени (Sutherland, 1968). Од тада развијено је више различитих HMD система који су кориснику омогућавали аудио и визуелни приказ виртуелног окружења у којем је интеракција могућа покретима главе и помоћу навигацијских и/или хаптичких додатака, најчешће рукавица (Savičić, Egić, 2010). Међутим, мала резолуција тадашњих екрана (HMD се састоји од једног или два LCD екрана [данас се користе и OLED, QLED и други екрани, видети Jang et al., 2019]) је представљала значајан проблем (Gatalo et al., 2006), као и висока цена⁸² која је онемогућавала ширу употребу ових уређаја са краја XX века (Youngblut, 1997).

⁸² Мекферсон и Кепел (Macpherson, Keppell, 1998) наводе да су цене HMD уређаја са већом резолуцијом и праћењем покрета главе достизале и до 95.000 долара крајем XX века.



Слика 10. „Sword of Damocles“ (први HMD уређај)

Извор: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Headsight.jpg>, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Термин „виртуелна реалност“ је настао 1987. године и везује се за Џерона Ланиера (Jaron Lanier) који га је сковао и/или популаризовао кроз своју компанију „VPL⁸³ Research“ која је развијала и производила комерцијалне наочаре за виртуелну реалност (познате под називом „EyePhone“ – HMD са уграђеним сензорима за праћење покрета главе) и додатну опрему (као што су „DataGlove“ – рукавица за манипулацију виртуелним објектима и „DataSuit“ – одело са сензорима за праћење покрета тела) (Blascovich, Bailenson, 2012; Jovanović, Milosavljević, 2017; Lanier, 2017; Martirosov, Корецек, 2017; Orlosky et al., 2017). Гатало и сарадници (Gatalo et al., 2006) наводе да се виртуелна реалност заснива на чулима вида, слуха и додира, док Фреина и От (Freina, Ott, 2015) истичу да је за потпуну имерзију (урањање) потребно укључити свих пет чула, али да је фокус на чулу вида и слуха.

Виртуелна реалност се најчешће дефинише као тродимензионално компјутерски генерисано окружење које је доступно у реалном времену и које омогућава кориснику интеракцију, најчешће кроз примену додатних улазно/излазних уређаја (Boud et al., 1999). Међутим, ЛаВале (LaValle, 2017, 1) дефинишући виртуелну реалност каже да она „изазива циљано понашање у организму користећи вештачку сензорну стимулацију, притом организам има мало или нема свест о уплитању“, док Париси (Parisi, 2015) одређује овај појам као скуп који се састоји од:

1. 3Д дисплеја (односно HMD-а) – који генерише две врло сличне слике (посебно за свако око). Стереоскопски приказ ствара осећај дубине кроз симулирање паралаксе (због размака између очију мозак опажа дубину на основу разлике у положају објекта и ствара тродимензионалну слику). Како би се очувао осећај присутности у виртуелном окружењу (и избегло застајање и кашњење које доводи до осећаја мучнине и прекида имерзије)

⁸³ „VPL“ (скраћеница од *Virtual Programming Languages*) компанија је основана 1984. године, а 1999. године је престала да постоји (видети Lanier, 2017).

освежавање приказа слике на екрану би минимално требало да буде 60 пута у секунди (60 Hz), а идеално 120 пута.

2. Хардвера за праћење кретања и покрета – највише се користи инерцијална јединица за мерење (енгл. *inertial measurement unit*) која комбинује жирокоп, акцелерометар и друге компоненте. Праћење покрета главе мора бити што је брже могуће.

3. Улазних (инпут) уређаја – како би се остварила интеракција и навигација у виртуелном окружењу користе се различити контролери и сензори за препознавање покрета и гестова.

4. Десктоп и мобилних платформи – што укључује коришћење компјутерског хардвера, оперативних система, програмских оквира, алата за развој софтвера и слично. Релативно модерни десктоп и снажни лаптоп рачунари се могу користити са HMD уређајима као што су *Oculus Rift*⁸⁴ или *HTC VIVE*⁸⁵, док бројни модели паметних мобилних телефона подржавају *Google Cardboard*⁸⁶, *Samsung Gear VR*⁸⁷ и/или *Daydream View*⁸⁸ (Parisi, 2015).

Анализом академског дискурса, Тавчар (Тавčar, 2016) закључује да су основни елементи имерзивних виртуелних окружења (енгл. *immersive virtual environments* - IVE) феноменолошки концепт отеловљења и појам проживљеног искуства. Из наведеног разлога се за учење у имерзивним и интерактивним дигиталним срединама користи појам „образовно искуство“ (Стојшић et al., 2018), тако да се у контексту образовања виртуелна реалност често дефинише као скуп различитих технологија (хардвера и софтвера) које омогућавају имерзивно искуство учења (Liu et al., 2017; Hussein, Nätterdal, 2015). Међутим, Бласкович и Беиленсон (Blascovich, Bailenson, 2005) не виде имерзивна виртуелна окружења⁸⁹ као искључиво дигитална, нити као новину. У поменутом раду наведени су бројни примери музејских и галеријских поставки (сличан пример је Слика 11), као и истраживачих лабораторија и других физичких простора (на пример Зимбардов [Zimbardo] виртуелни затвор⁹⁰ из 1971. године у подруму Универзитета Станфорд) који су успели да убеду посетиоце (и/или учеснике) да су стварни, односно да их они доживе као реалне. Такође, исти аутори наводе да прављење *недигиталних имерзивних виртуелних окружења* (или „недигиталне“ виртуелне реалности) има значајна ограничења као што су: 1) неопходан простор, 2) високи трошкови, 3) време потребно за конструисање и 4) непреносивост, тако да предност дају дигиталним окружењима (Blascovich, Bailenson, 2005).

⁸⁴ <https://www.oculus.com/rift/>

⁸⁵ <https://www.vive.com/us/>

⁸⁶ <https://vr.google.com/cardboard/>

⁸⁷ <https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/>

⁸⁸ <https://vr.google.com/daydream/smartphonevr/>

⁸⁹ Аутори (Blascovich, Bailenson, 2005) истичу да се појам „имерзивно виртуелно окружење“ користи као синоним за термин „виртуелна реалност“.

⁹⁰ <https://www.prisonexp.org/>



Слика 11. Шангај 360°

Фото: Стојишић, И., Београд, 2018. године

Имерзивност је кључна карактеристика технологије виртуелне реалности и есенцијални концепт везан за теоретизацију (Тавћар, 2016), тако да поједини аутори појам виртуелне реалности дефинишу само са три „И“ (Схема 3), односно као повезаност имерзивности, интерактивности и имагинарности (видети Burdea, Coiffet, 2003).



Схема 3. Концепт три И

Извор: Burdea, Coiffet, 2003

У литератури се имерзивност везује за осећај присутности или за искуство „бити тамо“ (што би и требало да буде основни циљ дизајна виртуелног окружења) (Cumings, Bailenson, 2016). Другим речима *имерзивност* (као технолошка карактеристика која се односи на тачност праћења покрета и акција корисника и на достављање реалистичног и живописног виртуелног окружења) и *присутност* (као психолошки осећај постојања и налажења у имерзивном виртуелном окружењу) представљају две критичне и повезане димензије од којих зависи виртуелно искуство (Markowitz et al., 2018; Hite et al., 2019). Имерзивно виртуелно окружење праћено високим степеном присутности омогућава да људи интернализују своја виртуелна искуства (односно да суспендују свако веровање да је искуство посредно) и да их третирају као стварна (Blascovich, Bailenson, 2012; Markowitz et al., 2018). Може се рећи да просторна имерзивност виртуелне реалности ствара перцепцију физичке присутности у нефизичком свету (Freina, Ott, 2015), односно у контексту образовања ученик (студент) осећа да је присутан у виртуелном окружењу и да је његов део (Pantelidis, 2009). Међутим, Робертсон и сарадници (Robertson et al., 1993) су концептуализовали „неимерзивну“ виртуелну реалност, која се заснива на 3Д окружењима

на екранима компјутера (којима се може манипулисати уз помоћ тастатуре и/или миша), као алтернативну форму. Неимерзивна виртуелна реалност је у литератури позната и као „десктоп виртуелна реалност“ (енгл. *desktop VR*) или „ниско имерзивна виртуелна реалност“, јер се појам имерзивност не везује само за осећај просторне присутности, него може да се односи и на интелектуалну и/или емоционалну укљученост (Freina, Canessa, 2015). Уколико систем не обезбеђује ни менталну имерзивност, онда не би требало да се сматра системом виртуелне реалности (Muhanna, 2015). У последњих неколико година се уместо назива „десктоп виртуелна реалност“ понекад користи термин „through the window“, јер се виртуелна окружења осим на монитору десктоп рачунара могу посматрати и на екранима различитих уређаја као што су: преносиви рачунари, телевизори, таблети и паметни мобилни телефони (Southgate et al., 2016). Гуга (2015) такође под синтагмом „виртуелна реалност“ укључује и дигиталне просторе видљиве на компјутерским екранима, али истиче да је развојем имерзивних система направљен значајан помак, јер тело не остаје изван екрана, већ има значајну улогу у интеракцији у сајберпростору. Данас је опште прихваћена подела виртуелне реалности на *имерзивну* и *десктоп*⁹¹ (Southgate et al., 2016; Freina, Ott, 2015).

Олмос и сарадници (Olmos et al., 2018) напомињу да се технологије везане за имерзивну виртуелну реалност развијају више од пола века, док Хајт и сарадници (Hite et al., 2019) истичу да се хардвер који се користи за креирање виртуелних окружења може поделити у три категорије:

1. *Десктоп системи* – стварају виртуелна окружења на екранима компјутера и других уређаја. Мерчант и сарадници (Merchant et al., 2014) запажају да се десктоп виртуелна реалност континуирано развијала пратећи развој рачунара.

2. *HMD* – омогућава потпуно имерзивно искуство и често се појам виртуелне реалности у најужем смислу односи управо на овај уређај, односно када корисник носи HMD на глави и управља контролерима (са шест степени слободе) како би манипулисао виртуелним окружењем (Robertson et al., 1993).

3. *Системи за пројектовање* – обухватају различите системе укључујући и CAVE (видети Muhanna, 2015; Nunes de Vasconcelos et al., 2019; Hite et al., 2019) који на пројекционим платнима (или екранима) стварају виртуелна окружења за једног или више корисника (што отвара могућност за сарадничко учење). Међутим, ови системи захтевају посебан наменски простор, није их лако премештати и прилично су скупи за масовну примену (посебно у образовању) (Freina, Ott, 2015).

Два главна типа имерзивне виртуелне реалности су: 1) *кавезно аутоматско виртуелно окружење* (познатије као CAVE систем) и 2) *HMD уређаји* (Southgate et al., 2016; Freina, Canessa, 2015).

CAVE (Слика 12) је најнапреднији пројекциони систем за имерзивну виртуелну реалност који се састоји од квадратног простора омеђеног пројекционим платнима (у виду собе) (Muhanna, 2015; Hite et al., 2019). Корисници носе специјалне наочаре путем којих се остварује реалистичан тродимензионални доживљај окружења (Gatalo et al., 2006; Popović et al., 2010; Freina, Ott, 2015). Првобитни систем је настао у оквиру лабораторије (за електронску визуелизацију) на Универзитету у Илиноису 1992. године (видети Cruz-Neira et al., 1992) и више пута је унапређиван (Nunes de Vasconcelos et al., 2019). Према Мухани

⁹¹ Која се у појединим изворима наводи као неимерзивна, ниско имерзивна или „through the window“ виртуелна реалност.

(Muhanna, 2015) модерни CAVE системи могу да врше пројекцију на свих шест страна⁹² (укључујући и плафон и задњу страну) и имају распоређене звучнике што омогућава корисницима да чују звуке као да се налазе у реалном окружењу. Исти аутор истиче да наочаре које корисници носе укључују и сензоре за праћење њихове позиције и оријентације, а често се користе и инпут уређаји (3Д миш или контролери у виду палице са неколико дугмића) који омогућавају навигацију, селектовање и померање виртуелних објеката. Такође, истраживано је и коришћење гестуалних, тактилних и хаптичких интерфејса (на пример кроз ношење хаптичких рукавица које омогућавају симулацију додира). Коришћење CAVE система је могуће у бројним областима укључујући потребе војске, медицине и за научну визуелизацију, као и за организовање различитих обука, тренинга и друге едукативне сврхе (Muhanna, 2015). Детаљније о развоју, истраживањима и карактеристикама појединих CAVE система видети у Nunes de Vasconcelos et al. (2019).



Слика 12. Кавезно аутоматско виртуелно окружење (CAVE), Универзитет у Илиноису
Извор: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CAVE_Crayoland.jpg – у јавном домену

Почетком 90-их година XX века најављена је масовна употреба HMD уређаја за имерзивну виртуелну реалност (превасходно у индустрији видео игара). Међутим, тадашњи уређаји нису могли да испуне очекивања корисника пре свега због превисоке цене, бројних ограничења и изазивања симптома сајбер болести (енгл. *cybersickness*), што је довело до пропасти овог покушаја на тржишту⁹³ (Defanti, 2016; LaValle, 2017; McLellan, 2004). Потом се употреба HMD система ограничила претежно на универзитетске лабораторије и у оквиру специјализованих војних, инжењерских и медицинских области (Blascovich, Bailenson, 2012; McLellan, 2004). Све до пре пар година имерзивна виртуелна реалност је била недоступна и непозната већини људи и изузетно ретко се примењивала у формалном образовању (најчешће само кроз истраживачке пројекте) (Macpherson, Kerpell, 1998; Merchant et al., 2014; Stojšić et al., 2016; Hussein, Nätterdal, 2015; Yap, 2016). Интензиван развој нове генерације унапређених и јефтинијих HMD уређаја започео је са *Oculus Rift*-ом (Jensen, Kongradsen, 2018), а посебно се убрзао 2014. године са појавом *Google Cardboard*-а (Stojšić et al., 2016). ЛаВале (LaValle, 2017) истиче да присуствујемо препороду имерзивне виртуелне реалности, односно другом таласу (Anthes et al., 2016). Према Стојшићу и

⁹² У пракси већина CAVE система врши пројекцију само на две или три стране и на поду (Nunes de Vasconcelos et al., 2019).

⁹³ *Virtual Boy* (компаније „Нинтендо“ [Nintendo]) је карактеристичан пример (Ewalt, 2018).

сарадницима (Stojšić et al., 2019a) нове наочаре/кациге за виртуелну/микс реалност се могу поделити у три групе:

1. Уређаји подржани рачунарима или играчким конзолама (енгл. *desktop-driven VR*) – у ову групу су сврстани напредни HMD уређаји као што су: *Oculus Rift*, *Oculus Rift S*⁹⁴, *HTC VIVE*, *VIVE Cosmos*⁹⁵, *Valve Index*⁹⁶, „Windows Mixed Reality“ уређаји (као што су: *Acer Headset*⁹⁷, *HP Headset*⁹⁸, *Lenovo Explorer*⁹⁹, *Samsung HMD Odyssey*¹⁰⁰, *ASUS Headset*¹⁰¹ и други), *Pimax*¹⁰², *XTAL*¹⁰³, *PlayStation VR*¹⁰⁴ и слични.

2. Уређаји који раде уз помоћ мобилних уређаја¹⁰⁵ (енгл. *mobile-based or smartphone-driven VR*) – у ову групу спадају масовно доступне наочаре типа *Google Cardboard* (укључујући и *View-Master*[®] *VR*¹⁰⁶, *Nearpod VR Headset*¹⁰⁷ и *Merge Headset*¹⁰⁸), *Daydream View* и *Samsung Gear VR*.

3. Самостални HMD уређаји (енгл. *stand-alone*) – раде без подршке рачунара или мобилних уређаја. Ова група уређаја се убрзано развија и у њу спадају: *Oculus Go*¹⁰⁹, *Oculus Quest*¹¹⁰, *Lenovo Mirage Solo*¹¹¹, *VIVE Focus*¹¹², *ClassVR*¹¹³ и слични уређаји (Stojšić et al., 2019a).

Детаљније карактеристике неких од популарних HMD уређаја су:

- **Oculus Rift** (Слика 13) – је први масовно приступачан, конфоран и лаган HMD уређај (Stojšić et al., 2016). Ради уз подршку рачунара и састоји се од два OLED екрана (резолюције 1080 × 1200 пиксела по оку, док је брзина освежавања 90 Hz) који омогућавају доста широко видно поље од око 110°. Пар контролера („Oculus Touch“) са шест степени слободе пружају интуитивну интеракцију са виртуелним окружењем, док је кретање по просторији (енгл. *roomscale*) могуће применом екстерних сензора (енгл. *outside-in tracking*) (<https://www.oculus.com/rift/>). Прва верзија овог уређаја („DK1“) је настала 2013. године после успешне „Кикстартер“ (Kickstarter¹¹⁴) кампање (из 2012. године) Палмер Лакија (Palmer Luckey) у којој је прикупљено 2,4 милиона долара за реализацију овог пројекта, а касније је компанија продата Фејсбуку (Facebook) (LaValle, 2017; Hussein, Nätterdal, 2015). Успех *Oculus Rift*-а је вратио интересовање за ову технологију и поставио је имерзивну

⁹⁴ <https://www.oculus.com/rift-s/>

⁹⁵ <https://www.vive.com/us/product/cosmos/>

⁹⁶ <https://www.valvesoftware.com/en/index>

⁹⁷ <https://www.acer.com/ac/en/US/content/series/wmr>

⁹⁸ <https://www8.hp.com/us/en/campaigns/mixedrealityheadset/overview.html>

⁹⁹ <https://www.lenovo.com/us/en/virtual-reality-and-smart-devices/virtual-and-augmented-reality/lenovo-explorer/Lenovo-Explorer/p/G10NREAG0A2>

¹⁰⁰ <https://www.samsung.com/us/computing/hmd/windows-mixed-reality/xe800zaa-hc1us-xe800zaa-hc1us/>

¹⁰¹ <https://www.asus.com/us/Headset/ASUS-Windows-Mixed-Reality-Headset-HC102/>

¹⁰² <https://pimaxvr.com/>

¹⁰³ <https://vrgineers.com/xtal/>

¹⁰⁴ <https://www.playstation.com/en-au/explore/playstation-vr/>

¹⁰⁵ пре свега паметних мобилних телефона

¹⁰⁶ <http://www.view-master.com/en-us>

¹⁰⁷ <https://nearpod.com/nearpod-vr>

¹⁰⁸ <https://mergevr.com/headset>

¹⁰⁹ <https://www.oculus.com/go/>

¹¹⁰ <https://www.oculus.com/quest/>

¹¹¹ <https://www.lenovo.com/us/en/virtual-reality-and-smart-devices/virtual-and-augmented-reality/lenovo-mirage-solo/Mirage-Solo/p/ZZIRZRHVR01>

¹¹² <https://www.vive.com/cn/product/vive-focus-en/>

¹¹³ <http://www.classvr.com/>

¹¹⁴ <https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>

виртуелну и проширену реалност у фокус инвестирања у нове технологије (Martín-Gutiérrez et al., 2017). У оквиру здравствених и сигурносних упозорења (енгл. *health and safety warnings*) стоји препорука да деца испод 13 година не треба да користе овај уређај (Freina, Ott, 2015). Комерцијална верзија *Oculus Rift*-а је повучена из продаје по изласку нове верзије овог уређаја која се зове *Oculus Rift S* (<https://www.oculus.com/rift/>). Нови уређај се делимично разликује јер не користи екстерне сензоре, него праћење изнутра (енгл. *inside-out tracking*) путем додатних камера на предњој страни HMD-ја (<https://www.oculus.com/rift-s/>).

- **HTC VIVE**¹¹⁵ (Слика 14) – је HMD уређај који ради уз помоћ рачунара, нуди потпуно имерзивно 360° искуство и уз помоћ екстерних сензора може да прати кретање и покрете корисника у оквиру предвиђеног простора (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Такође, као и код *Oculus Rift*-а ширина видног поља је 110°, а интеракција са виртуелним окружењем се оствараје коришћењем два контролера (са шест степени слободе). Уз бежични адаптер („VIVE Wireless Adapter“¹¹⁶) овај HMD не мора бити каблом повезан са рачунаром. Унапређена верзија је *HTC VIVE Pro*¹¹⁷ која поред веће резолуције AMOLED дисплеја (1440 × 1600 пиксела по оку и брзином освежавања од 90 Hz) нуди и опцију праћење покрета очију (енгл. *eye-tracking*). Нова верзија овог уређаја се зове *VIVE Cosmos* и заснива се на праћењу изнутра (екстерни сензори нису потребни). Поред повезивања са рачунаром нови HMD уређај ће моћи да ради и уз помоћ одређених модела паметних мобилних телефона (<https://www.vive.com/us/>). На „Viveport“¹¹⁸-у и „Steam“¹¹⁹-у су доступна бројна образовна искуства (игре, симулације и друге апликације) за „HTC“ VR уређаје.



Слика 13. *Oculus Rift*
Фото: Стојшић, И., 2019. године



Слика 14. *HTC VIVE*
Фото: Стојшић, И., 2019. године

- **HMD Odyssey** – је један од HMD уређаја за виртуелну/микс реалност заснован на „Windows Mixed Reality“¹²⁰ платформи. Ради уз помоћ рачунара са „Windows 10“ оперативним системом. Има два AMOLED екрана (резолуције 1440 × 1600 пиксела по оку

¹¹⁵ Развијен је кроз сарадњу компанија „HTC“ и „Валв“ (Valve) (Ewalt, 2018; Kuntz et al., 2018).

¹¹⁶ <https://www.vive.com/us/wireless-adapter/>

¹¹⁷ <https://www.vive.com/us/product/vive-pro/>

¹¹⁸ <https://www.viveport.com/>

¹¹⁹ <https://store.steampowered.com/vr>

¹²⁰ <https://www.microsoft.com/en-us/windows/windows-mixed-reality>

и брзином освежавања од 60 Hz или 90 Hz, док је ширина видног поља 110°) и интегрисане слушалице које обезбеђују 360° звук. Заснива се на праћењу изнутра (има две камере са предње стране), док се за интеракцију са виртуелним окружењем користе два контролера (са шест степени слободе), а могућа је и гласовна контрола (јер има уграђен микрофон), као и комуникација са Кортаном (Cortana) (<https://www.samsung.com/us/computing/hmd/windows-mixed-reality/xe800zaa-hc1us-xe800zaa-hc1us/>). HMD уређаји чији се рад базира на „Windows Mixed Reality“ платформи су намењени старијима од 13 година и за ове уређаје су доступни 360° видео материјали, имерзивне едукативне игре и друге апликације на „Microsoft Store“-у¹²¹ (<https://www.microsoft.com/en-us/windows/windows-mixed-reality>).

- **Google Cardboard** (Слика 15) – је платформа за имерзивну виртуелну реалност коју је 2014. године развила компанија „Гугл“ и која користи паметан мобилни телефон и јефтин картонски или пластични HMD (Stojšić et al., 2016; Yар, 2016). Због своје приступачне цене (поједини модели коштају свега неколико стотина динара) омогућава сваком ко има одговарајући мобилни уређај да „ускочи“ у свет имерзивне виртуелне реалности (Defanti, 2016; Papaefthymiou et al., 2015; Stojšić et al., 2016). *Google Cardboard* HMD уређаје производе различити произвођачи и може да се користи и са *Android* и са *iOS* телефонима (Yар, 2016). Знатан број новијих паметних мобилних телефона и таблета (који имају уграђен акселерометар, жirosкоп и магнетометар) подржавају „Google Cardboard“ платформу. Упутство за самосталну израду картонског *Google Cardboard*-а је доступно на: <https://arvr.google.com/cardboard/get-cardboard/>. За разлику од већине HMD уређаја који су намењени старијима од 13 година (Southgate et al., 2016), *Google Cardboard* могу користити и млађи ученици (старији од седам година) уз надзор одраслих (Stojšić et al., 2016). Интеракција са виртуелним окружењем се често врши само покретима главе (на пример нагињање у страну) или кроз навигацију усмеравањем погледа (Yoo, Parker, 2015). Прва генерација *Google Cardboard* уређаја има магнетни окидач који се додатно може користити при навигацији (на пример за одабир), док друга генерација има дугме сличне намене (чијим се притискањем додирује екран). Поред наведеног, за навигацију и интеракцију могу се користити различити додатни управљачи (картонски са QR кодовима, Блутут [Bluetooth] тастатуре или контролери, *Leap Motion*¹²² и други мобилни уређаји), а поједине апликације омогућавају праћење корачања у месту (како би се кретало у виртуелном свету) и/или коришћење гласа (видети Papaefthymiou et al., 2015; Stojšić et al., 2016). У тренутку писања ове дисертације на „Play Store“-у и „App Store“-у доступне су стотине VR апликација за *Google Cardboard* и знатан број има (или може имати¹²³) едукативни карактер. Компанија „Гугл“ је 2016. године развила нову и унапређену платформу за имерзивну виртуелну реалност са мобилним уређајима која се зове „Daydream“. Међутим, нови HMD (назван *Daydream View*) ради само са неколико одабраних модела паметних телефона, што је велика препрека шире примене овог уређаја у образовању (Stojšić et al., 2016). Треба напоменути да „Daydream“ платформа подржава и поједине самосталне HMD уређаје као што је *Lenovo Mirage Solo*.

¹²¹ Садржаји се могу преузимати и са „Steam“-а.

¹²² <https://www.leapmotion.com/technology/>

¹²³ У појединим истраживањима (и примерима из наставне праксе) се може уочити коришћење софтвера и мобилних апликација (чија намена није образовање) на неочекиван начин за усвајање новог градива или увежбавање научног. Такође, могу се уочити и примери да се едукативне апликације намењене за један предмет послужиле у настави других предмета за које нису првобитно намењене. Ленард и Фицџералд (Leonard, Fitzgerald, 2018) дају пример наставника музичког који је на часовима користио AR апликацију о људској анатомији.



Слика 15. Различити Google Cardboard HMD уређаји
 Фото: Стојишић, И., 2019. године

- **Samsung Gear VR** (Слика 16) – је HMD уређај за имерзивну виртуелну реалност који се појавио крајем 2015. године. Користи „Oculus“ платформу и ради заједно са одређеним Самсунг паметним мобилним телефонима. Није препоручљив млађима од 13 година (Anthes et al., 2016; Stojšić et al., 2016). У време писања ове дисертације око 15 модела Самсунг паметних мобилних телефона из серија „S“ и „A“ подржавају различите верзије овог уређаја. Ширина видног поља је око 101° , а интеракција са виртуелним окружењем се врши кроз тачпед и дугмад на самом HMD-у, или коришћењем специјалног управљача¹²⁴ (са три степена слободе) (<https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/>). Исто као и за *Oculus Rift*, *Oculus Rift S*, *Oculus Quest* и *Oculus Go*, и за *Samsung Gear VR* су кроз „Oculus Store“¹²⁵ доступни одређени едукативни 360° видео материјали, игре и друга искуства.



Слика 16. Samsung Gear VR са контролером
 Фото: Стојишић, И., 2019. године

- **ClassVR** (Слике 17 и 18) – је самосталан HMD уређај и платформа коју је компанија „Авантис“ (Avantis¹²⁶) развила почетком 2017. године посебно за примену имерзивне виртуелне реалности у настави¹²⁷. Једно пуњење је довољно за неколико активности у току школског дана (одлагање и пуњење се врши у коферу у који стану четири или осам уређаја).

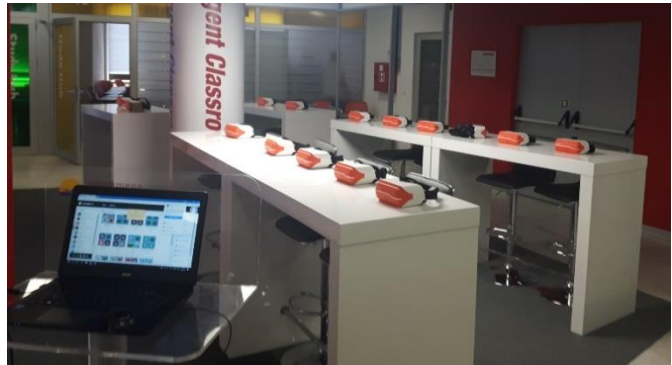
¹²⁴ Могу се користити и други Блутут контролери као што је *Stratus XL*.

¹²⁵ <https://www.oculus.com/experiences/gear-vr/>

¹²⁶ <http://www.avantiseducation.com/>

¹²⁷ Није прецизиран узраст ученика за који је намењен овај уређај.

Овај уређај има камеру са предње стране тако да се осим за имерзивну виртуелну реалност може користити и за проширену/микс реалност (са маркерима или посебном коцком). За интеракцију се могу користити дугмићи који се налази на самом уређају, али подржан је и гестуални интерфејс (HMD реагује на нагињање главе у страну, брзо померање главе лево-десно или показивање посебних знакова рукама). Потпуну контролу над уређајима и виртуелним искуствима има наставник кроз наменски портал путем којег и припрема час. Могу се направити нове или користити/прерадити готове лекције (а за неке су доступни и радни листићи за ученике). Наставницима је на располагању библиотека од неколико стотина различитих 360° панорама, видео материјала и 3Д модела. Такође, постоји могућност да се додају сопствене панораме и други садржаји, као и могућност коришћења „CoSpaces Edu“ алата. Када покрене направљену или изабрану лекцију наставник кроз портал може да прати који део виртуелног окружења посматрају ученици, односно може да их усмерава. Постоји и опција да ученици самостално (независно од наставника) истражују доступне имерзивне наставне материјале (Avantis systems, 2019). Оиваке и сарадници (Oiwake et al., 2018) истичу да овој уређај може да буде значајна помоћ у учионици јер ствара услове за лакше усвајање градива.



Слике 17. и 18. ClassVR (сликано у просторијама Савремене гимназије)

Фото: Стојишић, И., Београд, 2018. године

Како би се остварио осећај присутности у виртуелним окружењима (имерзивна виртуелна реалност има за циљ да убеди корисника да се налази негде другде), HMD уређаји и слушалице блокирају могућност да се види и чује реалан свет, што онемогућава (или отежава) коришћење класичних инпут уређаја као што су тастатура и миш (Parisi, 2015). Такође, систем виртуелне реалности мора да прихвати корисникове реакције из реалног света како би виртуелну средину мењао и прилагођавао у реалном времену (Тавћар, 2016). За повећање имерзивности, интерактивности и осећаја присутности користите се (према Anthes et al., 2016; Bailenson et al., 2008; Baillard et al., 2018; Kuntz et al., 2018; Martín-Gutiérrez et al., 2017; Parisi, 2015; Southgate et al., 2016):

1. *Контролери* – већина комерцијалних HMD уређаја долази са једним или паром посебних управљача (са три или шест степени слободе).

2. *Сензори* (инфрацрвене камере велике брзине, сензори дубине, инерцијални сензори, ласерски зраци, стереоскопске камере, електромагнетни сензори и слично) и *носиве технологије* – се користе за праћење покрета целог тела, или појединих делова (на пример главе, лица, руку и/или шаке, ногу и слично). Брзо и тачно праћење покрета главе је од есенцијалне важности како би се избегао осећај мучнине (Parisi, 2015). Папаефсимиу и сарадници (Papaefthymiou et al., 2015) и Мартин-Гутиерез и сарадници (Martín-Gutiérrez et al., 2017) посебно истичу значај *Leap Motion*-а, јер омогућава коришћење покрета прстију

и шаке¹²⁸ за интеракцију са виртуелним окружењем (поједине апликације за *Oculus Rift* и *HTC VIVE* подржавају његову примену, а може се уз повезивање телефона са рачунаром користити и са *Google Cardboard*-ом, док *XTAL* и поједини модели *Pimax* HMD уређаја имају уграђен *Leap Motion* на предњој страни). *PrioVR*¹²⁹ је одело слично „мосар“¹³⁰ костимима, али за разлику од њих за праћење кретања у реалном времену нису потребне додатне камере (или слична опрема), зато што одело користи инерцијалне сензоре високих перформанси.

3. *Постоља за ходање у месту* (енгл. *omnidirectional treadmill*) – омогућавају да се кретање у физичкој пренесе у виртуелну реалност. На тржишту је доступно неколико постоља за кретање у свим правцима, као што су: *Virtuix Omni*¹³¹ (подржава више од 20 популарних имерзивних игара), *KATVR*¹³² уређаји, *Infinadeck*¹³³, *Virtualizer ELITE 2*¹³⁴, *ROVR2*¹³⁵ и слични, такође у ту сврху (за слободно кретање) се могу користити и додаци за обућу као што је *Cybershoes*^{®136} (заснива се на померању ногу у седећем положају на покретној столици и подржава *HTC VIVE*, *Oculus Rift*, *Pimax* и *Windows Mixed Reality* HMD уређаје).

4. *Хаптички интерфејси* – симулирају додир или силу, односно омогућавају кориснику да „опипа“ виртуелно окружење (Burdea, 1999; Southgate et al., 2016). Најпознатије су хаптичке рукавице (на пример *HaptX Gloves*¹³⁷ рукавице омогућавају реалистичан додир, односно осећај облика и текстуре виртуелних објеката, док *Dexmo*¹³⁸ и *VRgluv*¹³⁹ представљају „force feedback“¹⁴⁰ системе за прсте и шаку), међутим развијени су и хаптички прслуци и одела. *Teslasuit*¹⁴¹ је одело које покрива цело тело, прати покрете и прикупља биометријске податке корисника (које обрађују алгоритми машинског учења) и садржи сензоре који кроз стимулацију мишићних нерава изазивју сензације као што су: додир, ударац, топлота и слично. *Bhaptics TactSuit*¹⁴² је одело (слично *Teslasuit*-у) које омогућава тактилне сензације по целом телу (односно на више од 70 тачака), међутим није јединствено и се састоји од: прслука, ранца за рачунар, јастучића за унутрашњост HMD-а, рукава, рукавица и додатка за обућу. Више о хаптичким уређајима видети у: Burdea (1999), Southgate et al. (2016) и Ćekić et al. (2006).

5. *Гласовни интерфејси* – омогућавају коришћење гласа за интеракцију и данас су свеprisутни кроз личне интелигентне виртуелне асистенте (као што су: *Кортана*, *Сири* [Siri], *Алекса* [Alexa], *Биксби* [Bixby], *Гугл асистент* [Google Assistant] и слични). Поједине

¹²⁸ У тренутку писања ове дисертације праћење покрета прстију и шаке ради интеракције са виртуелним окружењем је у раној фази развоја за *Oculus Quest*.

¹²⁹ <https://yostlabs.com/priovr/>

¹³⁰ „Мосар“ (енгл. *motion capture*) костими су развијени преваходно за професионалне потребе филмске и гејминг индустрије (мада се користе и у другим областима) и служе за снимање покрета (на пример глумаца) како би се те информације касније користиле при компјутерској анимацији (Тавћар, 2016).

¹³¹ <https://www.virtuix.com/>

¹³² <http://katvr.com/>

¹³³ <https://www.infinadeck.com/>

¹³⁴ <https://www.cyberith.com/virtualizer-elite/>

¹³⁵ <https://www.wizdish.com/>

¹³⁶ <https://www.cybershoes.io/>

¹³⁷ <https://haptx.com/>

¹³⁸ <https://www.dextarobotics.com/en-us>

¹³⁹ <https://www.vrgluv.com/>

¹⁴⁰ У домаћој литератури се „force feedback“ најчешће оставља у оригиналу, или се користи израз „осећај повратне реакције“ или силе.

¹⁴¹ <https://teslasuit.io/>

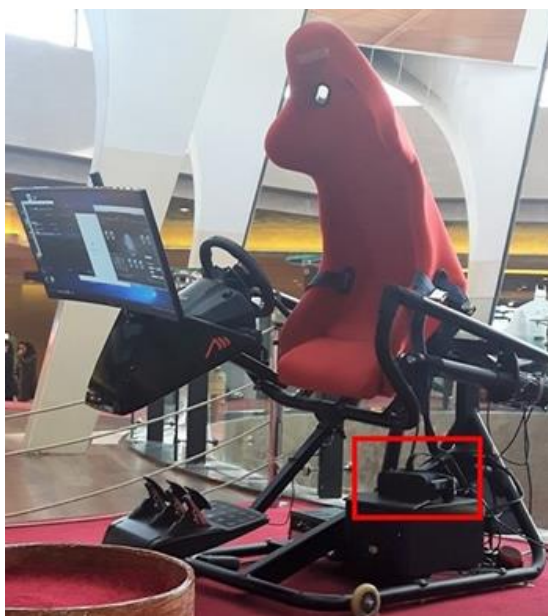
¹⁴² <https://www.bhaptics.com/tactsuit>

VR апликације већ нуде ову опцију (Stojšić et al., 2016). Пројекти као што је „*IBM VR Speech Sandbox*“¹⁴³ су повећали примену ових интерфејса у имерзивним виртуелним окружењима.

6. *Олфакторни интерфејси* – су уређаји који симулирају различите мирисе одговарајуће виртуелном окружењу у ком се корисник налази. На тржишту је доступна вишечулна маска „*Feelreal*“¹⁴⁴ која се уз помоћ магнета може додати на: *Samsung Gear VR*, *Oculus Rift*, *Oculus Go*, *HTC VIVE* и *PlayStation VR*. Овај додатак уз мирисе¹⁴⁵, симулира и вибрацију, пару и осећај ветра или топлоте.

7. *Мозак-рачунар интерфејси* (енгл. *brain-computer interface*) – су системи који претварају активности мозга корисника у команде или поруке за одређену интерактивну апликацију. За мерење активности мозга се најчешће користи електроенцефалографија (ЕЕГ). Више о коришћењу мозак-рачунар интерфејса за интеракцију са виртуелним окружењем видети у Vaillard et al. (2018).

8. *Симулатори* (Слика 19) – се праве за специјалну намену и користе HMD уређаје или пројекционе и десктоп системе. Укључују бројне додатне физичке елементе како би разлика између стварног и симулираног виртуелног искуства била минимална. Познати су симулатори који се користе за обуку пилота, мада данас постоје и они намењени забави (као што је симулатор птичјег лета *Birdly*¹⁴⁶ и слични).



Слика 19. Симулатор вожње са *Oculus Rift*-ом

Фото: Стојшић, И., Темнишвар, 2018. године

9. *Додатна опрема* – као што су посебне столице, држачи, подлоге и слично.

Поред коришћења већ готових апликација (енгл. *off-the-shelf apps*), могућност да корисници (укључујући и истраживаче, наставнике и ученике) креирају VR садржаје је постала стварност (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Постоји више начина за развој VR апликација и садржаја (видети Anthes et al., 2016; Duk, Šehić, 2017; Jovanović, Milosavljević,

¹⁴³ <https://developer.ibm.com/patterns/create-a-virtual-reality-speech-sandbox/>

¹⁴⁴ <https://feelreal.com/>

¹⁴⁵ Од доступних 255 мириса у маску се може ставити девет.

¹⁴⁶ <http://birdlyvr.com/>

2017; Kuntz et al., 2018; Parisi, 2015; Herman et al., 2018), тако да се могу поделити у неколико група:

1. *Нативни развој* – је најоптимизованији јер се апликације израђују за подразумевану платформу и HMD уређај. Међутим, овај приступ изискује пуно времена, односно прављење посебне верзије апликације за сваки од подржаних уређаја (Jovanović, Milosavljević, 2017). За већину популарних HMD уређаја доступни су (у отвореном приступу) нативни комплети за развој софтвера (Anthes et al., 2016).

2. *Платформе за развој видео игара* – служе као посредни софтвер и представљају интегрисано развојно окружење за креирање игара, али и различитих 2Д и 3Д апликација. Најпознатије платформе су: *Unity*, *Unreal*, *Amazon Lumberyard*¹⁴⁷, *CRYENGINE*¹⁴⁸, *Ogre3D*¹⁴⁹, *Irrlicht Engine*¹⁵⁰ и друге (Jovanović, Milosavljević, 2017; Kuntz et al., 2018; Parisi, 2015; Herman et al., 2018). Већина програмера праве VR апликације користећи неку од поменутих платформи за развој видео игара (Parisi, 2015). Међутим, *Unity 3D* је посебно популаран за развој симулација за учење (Jovanović, Milosavljević, 2017) и често се користи за креирање имерзивних виртуелних окружења намењених истраживању ефеката виртуелне реалности у области образовања (Stojšić et al., 2019a).

3. *WebVR* – како веб претраживачи подржавају вишеплатформске апликације коришћењем HTML5, WebGL и JavaScript (3Д библиотеке *Three.js* и *Babylon.js*) технологија, постоји могућност за развој VR искуства заснованим на претраживачу за десктоп и мобилне оперативне системе (Jovanović, Milosavljević, 2017; Parisi, 2015). Компанија „Мозила“ (Mozilla) је прва кренула да развија VR додатак за свој претраживач (на челу са Владимиром Вукићевићем), а затим се удружила са компанијом „Гугл“ и тако је настао нови веб стандард за VR који је назван WebVR (Jovanović, Milosavljević, 2017). Дук и Шехић (Duk, Šehić, 2017) издвајају пет предности WebVR приступа и то су: 1) WebVR апликације није потребно преузети нити инсталирати (јер се отварају у веб претраживачу); 2) подржава различите уређаје (рачунаре, мобилне и HMD уређаје за виртуелну/микс реалност); 3) олакшан је развој садржаја кроз коришћење технологија које су познате већини програмера (HTML5 и JavaScript); 4) већина алата је отвореног кода; и 5) садржаји и искуства се једноставно постављају и деле. *A-Frame* је популаран и једноставан радни оквир (који је развила компанија „Мозила“) за креирање WebVR апликација на HTML основи, притом није неопходно познавање техничких аспеката WebGL-а и WebVR-а (Prins et al., 2017). Овај оквир подржава већину HMD уређаја за виртуелну/микс реалност (као што су: *HTC VIVE*, *Oculus Rift*, *Daydream View*, *Samsung Gear VR* и *Google Cardboard*) (Duk, Šehić, 2017). Израда WebVR апликација уз помоћ *A-Frame*-а захтева поседовање знања из области развоја веб апликација, али постоји могућност измене постојећих примера доступних кроз онлајн код едитор „Glitch“¹⁵¹. WebVR садржаји се лако деле путем линка, а може се направити и QR код (Стојшић et al., 2018). Због једноставности прављења, наставници QR кодове лако интегришу у наставну праксу (Law, So, 2010).

4. *ГИС софтвери* – као што су *ArcGIS*¹⁵² и *Esri CityEngine*¹⁵³ се могу користити како за моделовање 3Д ГИС садржаја и виртуелних окружења, тако и у процесу креирања AR и

¹⁴⁷ <https://aws.amazon.com/lumberyard/>

¹⁴⁸ <https://www.cryengine.com/>

¹⁴⁹ <https://www.ogre3d.org/>

¹⁵⁰ <http://irrlicht.sourceforge.net/>

¹⁵¹ <https://glitch.com/~aframe>

¹⁵² О коришћењу *ArcGIS Runtime*-а (<https://developers.arcgis.com/arcgis-runtime/>) видети у van Rees (2017) и Hansen (2018).

¹⁵³ <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview>

VR апликација које обухватају визуелизацију геопросторних података (Sermet, Demir, 2018; Herman et al., 2018; Hruby et al., 2019). Такође, може се применити и WebVR приступ (видети Orpean et al., 2018; Стојшић et al., 2018; Herman et al., 2018), односно WebVRGIS (Схема 4).

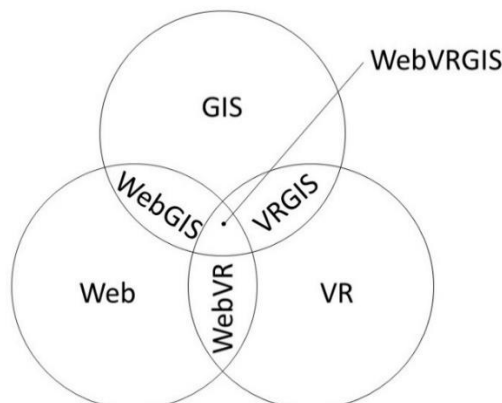


Схема 4. Однос ГИС, веб и VR технологија

Извор: Стојшић et al., 2018 (извор основе Huang et al., 2001)

5. *Алати за непосредну израду* – користе поједностављен графички интерфејс (енгл. *drag and drop*) тако да познавање програмирања није неопходно. Најчешће функционишу тако што су алати (креатори) повезани са одговарајућом апликацијом (путем које су направљени садржаји доступни), док поједини подржавају и WebVR приступ. Популарни алати су: *Tour Creator*¹⁵⁴ (омогућава креирање виртуелних обилазака и њихово коришћење кроз апликацију „Google Expeditions“ или кроз WebVR приступ), *CoSpaces Edu* (служи за прављење имерзивних виртуелних окружења, аугментованих сцена¹⁵⁵ и холограма¹⁵⁶ и путем апликације подржава различите HMD уређаје као што су: *Google Cardboard*, *Samsung Gear VR*, *ClassVR* и *Oculus Go*, док су кроз WebVR приступ подржани *Oculus Rift* и *HTC VIVE*), *EON Creator*¹⁵⁷ (омогућава корисницима да праве сопствена виртуелна окружења, односно интерактивне симулације за учење), *Nearpod*¹⁵⁸ (служи за креирање интерактивних лекција и нуди могућност укључивања и виртуелних тура које се могу користити и са *Nearpod VR Headset*-ом [односно HMD уређајима типа *Google Cardboard*] уз „Nearpod iOS“ апликацију), *Amazon Sumerian* (омогућава прављење и AR и VR апликација уз WebVR приступ и подржава већину комерцијалних HMD уређаја као што су: *Oculus Go*, *Oculus Rift*, *HTC VIVE*, *Daydream View* и слични), *Thinglink*¹⁵⁹ (омогућава креирање интерактивних слика, видео материјала и 360° панорама, подржава WebVR приступ и може се применити са HMD уређајима као што је *Google Cardboard*), *Metaverse Studio* (овај алат се користи за стварање искустава са проширеном реалношћу, али се могу укључити и 360° садржаји), *Edorable*¹⁶⁰ (служи за креирање образовних виртуелних светова, подржава више платформи и WebVR приступ), *Roundme*¹⁶¹ (омогућава додавање различитих елемената на унете 360°

¹⁵⁴ <https://vr.google.com/tourcreator/>

¹⁵⁵ Креирани AR садржаји су доступни кроз мобилну апликацију на паметним телефонима и таблетима који подржавају *ARCore* или *ARKit*.

¹⁵⁶ Са додатком за *MERGE Cube* (<https://mergevr.com/cube>).

¹⁵⁷ <https://www.eonreality.com/platform/eon-creator/>

¹⁵⁸ <https://nearpod.com/>

¹⁵⁹ <https://www.thinglink.com/edu>

¹⁶⁰ <https://www.edorable.com/>

¹⁶¹ <https://roundme.com/>

фотографије, постоји и *Android* и *iOS* апликација [подржава и WebVR приступ] и може да се користи са *Google Cardboard* уређајима), затим Hologram¹⁶² и Vizor 360¹⁶³ (намењени су за креирање WebVR садржаја и искустава) и слични.

Посебан сегмент примене виртуелне реалности представљају 360° скенирани простори, фотографије и видео (Parisi, 2015; Rothe et al., 2019). Одређене апликације као што су „Street View“ и „Cardboard Camera“ омогућавају прављење сопствених 360° фотографија (панорама) уз помоћ паметног телефона или таблета (Stojšić et al., 2016). У ту сврху, али и за прављење 360° скенираних простора и/или видео материјала могу се користити и посебне камере и скенери као што су: *Samsung Gear 360*¹⁶⁴ (Слика 20), *LG 360 CAM*¹⁶⁵, *Insta360™ ONE X*¹⁶⁶, *Leica BLK360*¹⁶⁷, *Matterport Pro2 3D*¹⁶⁸, *Ricoh Theta*¹⁶⁹ камере и сличне. Више о техничким специфичностима 360° видеа (односно о кинематографској виртуелној реалности) видети у Rothe et al. (2019), а о стримовању у 360° видети у: Velev и Zlateva (2017), El-Ganainy и Hefeeda (2016), Ozcinar et al. (2019) и Prins et al. (2017).



Слика 20. *Samsung Gear 360* камера

Фото: Стојшић, И., 2019. године

Према Колдвелу (Caldwell, 2017) наратив има посебно место¹⁷⁰ у VR играма и другим садржајима, јер омогућава контекстуализацију, емоционалну везу и развој емпатије. Такође, наратив доводи до повећања осећаја имерзивности и присутности, док код интерактивних искустава може да утиче на достизање менталног стања које је психолог Михаљ Чиксентмихаљи (Mihály Csíkszentmihályi) назвао „*flow*“¹⁷¹ (Csikszentmihalyi, 2008).

¹⁶² <https://hologram.cool/>

¹⁶³ <https://site.vizor.io/>

¹⁶⁴ <https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-360/>

¹⁶⁵ <https://www.lg.com/us/mobile-accessories/lg-LGR105AVRZTS-360-cam>

¹⁶⁶ <https://www.insta360.com/product/insta360-onex/>

¹⁶⁷ <https://shop.leica-geosystems.com/learn/reality-capture/blk360>

¹⁶⁸ <https://matterport.com/pro2-3d-camera/>

¹⁶⁹ <https://theta360.com/en/>

¹⁷⁰ али не и примарно, јер је на првом месту осећај присутности

¹⁷¹ „Flow“ (нема адекватног превода на српском језику, али се у појединим изворима преводи као „ток“) се односи на позитивне аспекте људског искуства (радост, забава, задовољство, креативност и слично), односно представља стање у којем су људи потпуно укључени и заокупљени неком активношћу тако да ништа друго није важно (Csikszentmihalyi, 2008). Описано стање се често може достићи играњем добро дизајнираних игара у којима играчи губе појам о времену и доживљавају снажна позитивна осећања приликом решавања тешких проблема (Shute et al., 2019).

Исти аутор (Caldwell, 2017) истиче да се видео VR материјали могу поделити у три категорије:

1. *360 VR видео* – нема намеру да исприча причу, циљ је преглед окружење у 360° и може се користити за документовање стварности и сличне намене.

2. *Имерзивни VR видео* – укључује нарацију из првог лица. Корисник има перспективу од 360°, али је искуство ипак усмерено и вођено причом.

3. *Прави VR видео* (још увек не постоји у пуном облику) – прича и даље има важну улогу, али корисник има избор и може да промени већину ствари, односно 360° окружење реагује на покрете, понашање и говор корисника (Caldwell, 2017).

ОДНОС ПРОШИРЕНЕ И ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ

Тачгин и Арслан (Taşgin, Arslan, 2017) и Конканон и сарадници (Concannon et al., 2019) напомињу да се у научној литератури често налази на неправилно коришћење термина проширена и виртуелна реалност, односно поједини аутори AR апликације одређују као VR и обрнуто. Такође, може се уочити да истраживачи користе различите називе како би заједно представили и обухватили проширену и виртуелну реалност и тада најчешће користе шире појмове као што су: *носиве* (видети Bower, Sturman, 2015), *виртуелне* (видети Martín-Gutiérrez et al., 2017; Orlosky et al., 2017) и *имерзивне* технологије (видети Donally, 2018; Kovács et al., 2015; Suh, Prophet, 2018; Shute et al., 2017). Термин *имерзивне технологије*¹⁷² је све више у употреби и најбоље се може разумети кроз „континуум виртуелности“ (Suh, Prophet, 2018). Милграм и Кишино (Milgram, Kishino, 1994) су предложили поменути концепт (Схема 5), који почиње са реалним окружењем, а завршава се са потпуно виртуелним. Према *континууму виртуелности* проширена реалност је ближа стварном окружењу и део је микс (или мешане) реалности у коју спада и проширена виртуелност (енгл. *Augmented virtuality* - AV). Микс реалност је све између супротних крајева континуума (Milgram, Kishino, 1994).



Схема 5. Континуум виртуелности

Извор: Milgram, Kishino, 1994

Међутим, често се јавља конфузија око дефинисања појма микс реалност (Leonard, Fitzgerald, 2018). Поред поменутог схватања постоји и друге интерпретације¹⁷³. Бројне компаније и истраживачи дефинишу микс реалност као интерактивну проширену реалност у којој виртуелни објекти и информације имају међузавистан однос са стварним окружењем (Southgate et al., 2016).

¹⁷² У овој дисертацији се користи појам „имерзивне технологије“ као заједнички назив за проширену и виртуелну реалност.

¹⁷³ У појединим изворима појам „микс реалност“ се користи као синоним за континуум виртуелности (видети Muhanna, 2015).

Од недавно се помиње и примењује XR¹⁷⁴ концепт (енгл. *cross reality*). Овај концепт омогућава флексибилно и инклузивно разумевање континуума виртуелности (видети Milgram, Kishino, 1994), односно садржаји и апликације се не прве посебно за различите AR или VR платформе, него се могу покренути и користити на различитим AR/MR/VR хардверским уређајима (Seo et al., 2018).

Може се претпоставити да ће даљи развој технологија проширене и виртуелне реалности довести до њиховог приближавања и бити под значајним утицајем концепта „паметан град“ (енгл. *Smart City*, видети Lv et al., 2016; Ramos et al., 2018) и развијајућих технологија као што су: 5G мрежа (видети Daniela, Lytras, 2019; Orlosky et al., 2017; Stamenković, Marjanović-Jakovljević, 2017), рударење и анализа података, интернет ствари (енгл. *Internet of Things*), рачунарство у облаку (видети Daniela, Lytras, 2019; Lv et al., 2016; Thammaiah et al., 2018), машинско учење и вештачка интелигенција (видети Ahn et al., 2018; Daniela, Lytras, 2019; Westerfield et al., 2015).

ИМЕРЗИВНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ОБРАЗОВАЊУ

Развој нових технологија прати и тежња за њиховим укључивањем и коришћењем у образовању (Billinghurst et al., 2015). Употребом рачунара (десктоп и лаптоп) ученици (студенти) су већ добили могућност да у процесу учења користе мултимедијалне алате и алате за анализу података, симулације, као и сарадничка виртуелна окружења (Klopfer, 2008). Интензивним развојем имерзивних технологија у последњих неколико година, као и брзом адаптацијом друштва на паметне телефоне, приступ виртуелној и проширеној реалности је знатно поједностављен, што је отворило могућности да се предности ових технологија искористе ради остваривања ефикаснијег учења (Martín-Gutiérrez et al., 2017).

Истраживања показују да имерзивна дигитална окружења могу унапредити образовање најмање на три начина: 1) омогућавајући више перспектива, 2) кроз ситуационо учење и 3) олакшавањем трансфера наученог у друге контексте (Dede, 2009). Бовер и Стурман (Bower, Sturman, 2015) су анализирали образовне афордансе¹⁷⁵ (енгл. *affordance*) носивих технологији (као примере су користили *Google Glass* и *Oculus Rift*) и при томе су пошли од Норманове (Norman, 1988) дефиниције афорданси¹⁷⁶ и прикупили су перцепције наставника о уоченим својствима и могућностима коришћења ових технологија у наставном процесу. На основу одговора искусних наставника ($N = 66$) и прегледом литературе издвојили су три теме (које обухватају 14 афорданси и 13 проблема везаних за носиве технологије) и то су:

1. Тема - Педагошке примене

- афордансе: 1) контекстуалне информације на лицу места, 2) снимање (бележење), 3) симулација, 4) комуникација, 5) поглед из првог лица (енгл. *first-person view*), 6) упуту на лицу места, 7) повратне информације, 8) дистрибуција и 9) гејмификација¹⁷⁷ (енгл. *gamification*).

¹⁷⁴ Недовољно дефинисан концепт у тренутку писања ове дисертације. У појединим изворима се XR одређује као микс реалност (или њен подскуп), или као скраћеница за „extended reality“, а не као скраћеница за „cross reality“ (видети Mann et al., 2018).

¹⁷⁵ Користи се израз у изворном облику, јер нема одговарајућег превода на српском језику (видети Plakalović, 2017).

¹⁷⁶ Конструктивистички приступ овом конструкту - без сагледавања афорданси и схватања како нешто ради и које су опције могуће нема корисности за потенцијалног корисника.

¹⁷⁷ Гејмификацију је, као концепт примене елемената игара у различитим областима и контекстима који нису игра, осмислио програмер Ник Пелинг (Nick Pelling) 2002. године (Kim, 2015). Међутим, тек после 2010.

2. Тема - Образовни квалитет

- *афордансе*: 1) подстиче ангажовање, 2) ефикасност и 3) појачан осећај присутности.

- *проблеми*: 1) дистракција, 2) варање, 3) претерано ослањање на технологију, 4) стављање технологије пре педагогије, 5) захтева процес упознавања са интерфејсом и 6) мали интерфејси.

3. Тема - Логистичке и друге импликације

- *афордансе*: 1) омогућава приступ без употребе руку (енгл. *hands-free access*) и 2) ослобађа простор (енгл. *free up spaces*).

- *проблеми*: 1) приватност, 2) цена, 3) технички проблеми, 4) потреба за техничком подршком, 5) правна питања, 6) развијеност софтверске понуде и 7) процесорска снага уређаја (Bower, Sturman, 2015).

Мартин-Гутиерез и сарадници (Martín-Gutiérrez et al., 2017) су издвојили четири главна аспекта предности коришћења виртуелних технологија (односно проширене и виртуелне реалности) у образовању и то су:

1. Виртуелне технологије *подижу мотивацију и ангажовање ученика* (студената), јер им имерзивно искуство омогућава да се осећају као протагонисти, а 3Д модели обогаћују искуство учења.

2. Виртуелне технологије *омогућавају конструктивистички приступ учењу*. Ученици имају слободну интеракцију са виртуелним објектима што им омогућава да их истражују, експериментишу и добијају повратне информације.

3. Проширена и виртуелна реалност су постале масовно доступне и посебно је значајно што су *приступачне путем паметних мобилних телефона, таблета и играчких конзола* (односно уређаја које ученици углавном већ поседују и користе).

4. Виртуелне технологије *омогућавају већи степен интеракције* у поређењу са традиционалним наставним средствима. Имерзивно искуство је посебно значајно при проучавању окружења која нису доступна на други начин (Martín-Gutiérrez et al., 2017).

У последњих неколико година почела је да се обликује нова парадигма названа *паметна* (енгл. *Smart pedagogy*), односно SMART¹⁷⁸ педагогија (видети Daniela, 2019; Daniela, Lytras, 2018) која представља покретачку снагу учења потпомогнутог технологијом и описује концепт персонализованог и адаптивног учења у паметним окружењима (Zhu et al., 2016) у којим имерзивне технологије могу имати значајну примену (видети Стојшић et al., 2019a). Према Даниели и Литрасу (Daniela, Lytras, 2019) проширена и виртуелна реалност омогућавају нова образовна искуства ученицима (која им другачије нису доступна) и притом утичу на њихове когнитивне способности опажања и замишљања.

године овај концепт улази у масовнију примену у образовању кроз укључивање елемената као што су: 1) поени, 2) беџеви, 3) табеле са позицијама (енгл. *leaderboards*), 4) графикони перформанси, 5) аватари, 6) тимови и саиграчи и 7) наратив (Dreimane, 2019).

¹⁷⁸ Акроним SMART (у контексту педагогије) значи: S – *Smart and social* (паметна и друштвена), M – *Meta-cognitively developed and motivated* (заснована на развијању метакогниције и мотивације), A – *Anywhere and anytime* (било где и било када, у смислу да процес учења превазилази временске и просторне границе и ограничења), R – *Rapidly changing* (брзо се мења) и T – *Technology enhanced* (унапређена је технологијом, односно прати развој нових технологија и иновација) (видети Daniela, 2019).

ПРИМЕНА ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ У ФОРМАЛНОМ И НЕФОРМАЛНОМ ОБРАЗОВАЊУ

Поред примене у областима као што су: оглашавање и продаја, индустрија забаве, туризам, архитектура и грађевинарство, војска и медицина, бројни радови (видети Billingham, 2002; Billingham et al., 2015; Iqbal, Sidhu, 2017; Kesim, Ozarslan, 2012; Lee, 2012; Martín-Gutiérrez et al., 2017; Núñez et al., 2008; Carmigniani et al., 2011; Cheng, Tsai, 2013; Yuen et al., 2011) сугеришу да је образовање једно од најперспективнијих подручја за коришћење технологије проширене реалности.

Функције технологије проширене реалности могу да укључују: 1) *визуелизацију* (дигитални приказ објеката, процеса и појава); 2) *додавање релевантних информација* (везаних за окружење, опрему, особе, предмете и слично); 3) *трансформацију* (односно модификацију простора, објеката, или наставних средстава); и 4) *креирање окружења допуњених виртуелним објектима*, притом поменути аугментовани садржаји могу бити статични, динамични и/или интерактивни (Gandolfi et al., 2018; Cuendet et al., 2013).

Постоје различити приступи технологији проширене реалности (са маркерима, без маркера, као и она заснована на локацији) и сви се могу применити у образовне сврхе. Проширена реалност заснована на препознавању маркера (или слика) има значајну примену у уџбеницима, едукативним постерима и другим штампаним наставним материјалима, док се проширена реалност заснована на локацији највише користи за организовање едукативних игара које се најчешће базирају на тимском раду и преузимању задатих улога (енгл. *role-playing*) (Cheng, Tsai, 2013). Мобилне апликације за проширену реалност које се заснивају на локацији (применом ГПС сензора уграђених у мобилним уређајима) подржавају и наставне методе и облике рада који се примењују у реализацији теренског рада и наставних екскурзија (Delić et al., 2014). Треба напоменути и да се поменути приступи могу комбиновати, односно заједно користити како би употпунили наставну активност (Cheng, Tsai, 2013).

Данашњи модели мобилних уређаја (пре свега таблета/iPad-а и паметних телефона) су опремљени потребним сензорима (ГПС пријемник, акцелерометар, жироскоп и магнетометар) и имају довољну процесну снагу за примену проширене реалности у наставном процесу (Mota et al., 2018). Сантос и сарадници (Santos et al., 2014) истичу да се десктоп рачунари и паметни мобилни телефони најчешће користе као уређаји за аугментована образовна искуства.

Теорије учења представљају концептуалне оквире који описују на који начин људи стичу, обрађују и задржавају знање током процеса учења (Weerasinghe et al., 2019). Према Боверу и сарадницима (Bower, Howe et al., 2014) проширена реалност може да подржи: 1) учење засновано на конструктивистичкој теорији, 2) ситуационо учење, 3) учење засновано на игри и 4) истраживачко учење (енгл. *enquiry-based learning*). Данливи и Деде (Dunleavy, Dede, 2014) и Шејфер и Кауфман (Schafer, Kaufman, 2018) издвајају ситуационе и конструктивистичке теорије учења као најбоље усклађене за примену проширене реалности у настави, док Ленард и Фиџералд (Leonard, Fitzgerald, 2018) истичу да се поједини истраживачи позивају и на когнитивну теорију мултимедијалног учења (видети Mayer, 2012, 2014) и на искуствену теорију учења (видети Kolb, 1984).

Проширена реалност се може на различите начине применити у настави (Dunleavy et al., 2009; Thornton, 2014). Јуен и сарадници (Yuen et al., 2011) издвајају пет значајних група коришћења ове технологије у образовању, и то су:

1. Аугментоване (AR) књиге (енгл. *AR books*) – омогућују да се повеже дигитални и физички свет и пружају могућност ученицима да на располагању имају и 3Д презентације и интерактивна искуства унутар уџбеника (Yuen et al., 2011). Идеја о дигитализацији књига и о њиховом унапређењу додавањем мултимедијалног садржаја постоји већ неколико деценија и данас су електронске и аудио књиге масовно у примени путем електронских читача књига, рачунара и мобилних уређаја (Grasset et al., 2008; Ha et al., 2011). Једна од првих публикација у области аугментованих књига је рад „*The MagicBook: A transitional AR interface*“ (Billinghurst et al., 2001) у којем су аутори представили прототип „магичне књиге“. Магична књига је направљена тако да се може користити кроз цео континуум виртуелности (видети Milgram, Kishino, 1994), односно садржи текст као свака друга књига, док уз помоћ специјалних наочара и рачунара постају доступни и аугментовани виртуелни објекти на страницама књиге, а може се истражити и кроз имерзивну виртуелну реалност. Сарадња између корисника је остварива било како да се књига користи (у виртуелној реалности корисници су представљени као аватари) (Billinghurst et al., 2001). Комерцијалне књиге са аугментованим садржајем доступне су од 2008. године на тржишту и многе имају едукативни карактер (Billinghurst, Dünser, 2012). У литератури се срећу различити називи за ове књиге, као што су: 1) магичне, 2) AR мултимедијалне, 3) „digilog“ и 4) виртуелне 3Д поп-ап књиге (Lim, Park, 2011). Алтинпулук и Кесим (Altinpulluk, Kesim, 2016) су извршили преглед 46 студија (објављених у периоду од 1993. до 2013. године) у којима је коришћена технологија проширене реалности у књигама и предложили су њихову класификацију на: 1) AR књиге, 2) приступ рачунар – папир (енгл. *augmented desk/paper augmentation approach*), 3) 3Д поп-ап књиге, 4) „опипљив“ приступ (енгл. *tangible AR approach*) и 5) MR књиге. Исти аутори напомињу да су аугментоване књиге у изабраним студијама користиле различите технологије и да се запажа тенденција смањивања употребе специјалних наочара (односно HMD-а) у корист коришћења уграђених камера у рачунарима и мобилним уређајима (Altinpulluk, Kesim, 2016). Грасе и сарадници (Grasset et al., 2008) истичу да аугментован садржај у књигама може да укључује: 1) 2Д статичан садржај (као што су фотографије, илустрације, схеме и текст); 2) 2Д динамичан садржај (као што су видео материјали и анимације); 3) 3Д садржај (као што су објекти, динамични модели, анимације, аватари и слично); и 4) звук (амбијентални, просторни и интерактивни звук). Кесим и Озарслан (Kesim, Ozarslan, 2012) наводе да је примена технологије проширене реалности у уџбеницима занимљива, јер омогућава додавање виртуелних садржаја и у већ одштампане књиге чинећи да странице постану динамични извори информација. На тај начин корисници (ученици) могу истовремено користити и интегрисати предности и физичких (опипљивост, робустност и преносивост) и дигиталних (мултимедијални садржаји и вишечулне повратне информације) књига (Grasset et al., 2008; Ha et al., 2011). Другим речима проширена реалност омогућава да се јаз између физичких објеката и дигиталних информација, односно између одштампаних и онлајн материјала за учење премости, док се притом задржавају предности и једних и других (Вујак et al., 2013; Delello et al., 2015). Лим и Парк (Lim, Park, 2011), на основу анализе истраживачких студија, истичу да AR књиге утичу позитивно на: 1) исходе учења (јер побољшавају разумевање прочитаног); 2) памћење; 3) концентрацију; 4) интерактивност; 5) машту; и 6) вештине решавања проблема. Примена аугментованих књига и уџбеника је истраживана на свим нивоима образовања (од предшколског до високошколског) (видети Vate-U-Lan, 2012; Gopalan et al., 2016; Dünser et al., 2012; Ivanova et al., 2014; Küçük et al., 2016; Lin et al., 2011; Paredes-Velasteguí et al., 2018; Roca-González et al., 2017; Tomi, Rambli, 2013; Ferrer-Torregrosa et al., 2015; Cheng, 2017) и резултати истраживања указују на значајне бенефите за ученике како при учењу хуманистичких и

друштвених, тако и при учењу STEM¹⁷⁹ предмета. Иванова и сарадници (Ivanova et al., 2014) наглашавају да интерактиван аугментован уџбеник представља будућност хибридне наставе¹⁸⁰ (енгл. *hybrid/blended teaching and learning*) и да технологија проширене реалности материјал за учење претвара у нови облик едукативног искуства (који је ученицима/студентима увек доступан).

2. Аугментоване (AR) игре (енгл. *AR gaming*) – омогућавају наставницима да искористе нове визуелне и високо интерактивне могућности које пружа технологија проширене реалности за учење. Игре које користе маркере су погодне за примену у учионици и често укључују припремљену подлогу (или карту) која постаје 3Д поставка када се посматра камером мобилних уређаја или веб камером рачунара (Yuen et al., 2011). Могу се користити и игре засноване на локацији које се базирају на пружању релевантних информација везаних за одређени простор, грађевине или артефакте (Santos et al., 2014). Клофер (Klopfer, 2008) напомиње да аугментована окружења у едукативним играма можемо сагледати у спектру од лагано до јако аугментованих на основу количине виртуелних информација. Игре везане за локацију не само да уводе стварни свет у игру, него доносе и ново значење стварном окружењу (на пример изглед одређене локације у прошлости или приказивање последица климатских промена у непосредном окружењу), односно омогућавају ученицима и/или студентима да кроз играње улога и тимски рад простор који већ познају виде и на други начин и да глобалне савремене изазове и њихове утицаје сагледају у контексту локалне средине (Klopfer, Sheldon, 2010). Међутим, апликације са проширеном реалношћу (које се базирају на локацији) често прате технички проблеми, а постоје и ограничења која се односе на прецизност ГПС сензора мобилних уређаја (Delić et al., 2014). Компанија „Ниантик“ (Niantic¹⁸¹) је играма „Ingress“¹⁸², „Pokémon GO“ и „Harry Potter: Wizards Unite“¹⁸³ масовно популаризовала примену AR игара заснованих на локацији. Бројана истраживања (видети Alakärppä et al., 2017; Barkley et al., 2017; Dunleavy et al., 2009; Klopfer, Sheldon, 2010; Laine, 2018; Pinto et al., 2017; Pombo et al., 2018; Pombo, Marques, 2019; Ruiz-Ariza et al., 2018; Freitas, Campos, 2008; Campos et al., 2011; Chang et al., 2016, 2018; Weerasinghe et al., 2019) указују да аугментоване игре (и оне засноване на препознавању маркера/слика и оне засноване на локацији) могу бити корисне у настави различитих предмета на свим нивоима образовања.

3. Учење путем открића (енгл. *discovery-based learning*) – реализује се кроз радно-практичне активности, односно базира се на поставци да се знање не може дати ученицима у готовом облику, него га онај који учи мора откривати (Вилотијевић, Вилотијевић, 2008). AR апликације могу приказати податке везане за реална места, објекте, предмете, особе, биљке и животиње, што отвара могућност за примену ове технологије у учењу путем открића, а посебно у теренској настави која се може трансформисати у прикупљање специфичних дигиталних информација на различитим локацијама (Yuen, 2011). Истраживања углавном показују да се проширена реалност може ефикасно интегрисати¹⁸⁴ у учење путем открића (видети Abd Majid, Abd Majid, 2018; Diegmann et al., 2015; Ibáñez et al., 2015).

¹⁷⁹ Акроним **STEM** обухвата: науку (S - *science*), технологију (T - *technology*), инжењерство (E - *engineering*) и математику (M - *mathematics*).

¹⁸⁰ Комбинација класичне наставе (лицем у лице) и учења онлајн.

¹⁸¹ <https://nianticlabs.com/>

¹⁸² <https://ingress.com/>

¹⁸³ <https://www.harrypotterwizardsunite.com/>

¹⁸⁴ Уколико ученици имају одговарајући ниво развијености вештине саморегулације (видети Ibáñez et al., 2015).

4. **Моделирање објеката** – омогућава ученицима да објекте виде у различитим поставкама, односно виртуелни модели се могу сагледати из више перспектива и ротирати (Yuen et al., 2011). Торнтон (Thornton, 2014), на основу анализе неколико претходних истраживања¹⁸⁵ (видети Allen et al., 2011; Gelenbe et al., 2005; Kaufmann, Schmalstieg, 2003; Núñez et al., 2008; Sin, Zaman, 2010; Shelton, Hedley, 2002; Chen, 2006; Chen et al., 2011; Woods et al., 2004) и резултата истраживања у којем је учествовало 50 студената, истиче да проширена реалност омогућава интеракцију и повећава разумевање наставних садржаја што позитивно утиче на искуство и исходе учења, а такође, може унапредити визуелно-просторне вештине студената.

5. **Увежбавање вештина** (енгл. *skills training*) – је још једна могућа примена проширене реалности у образовању. Ова технологија омогућава контекстуално и *in situ* искуство учења. Најчешће се у ову сврху користе специјалне AR наочаре или HMD уређаји. У пракси се проширена реалност преваходно примењује за обучавање војника, за практичну обуку хирурга и у оквиру других медицинских програма, затим у областима које укључују одржавање и оправку машина и опреме (на пример могу се приказати кораци [потребни алати и детаљна инструкција] при поправци или одржавању авиона) (Yuen et al., 2011), као и за увежбавање кореографије или покрета у извођачким уметностима (на пример за учење свирања музичких инструмената) (видети Iqbal, Sidhu, 2017; Pan et al., 2018; Chow et al., 2013).

Поред примене већ направљених AR образовних искустава Клофер и Шелдон (Klofer, Sheldon, 2010) и Бовер и сарадници (Bower, Howe et al., 2014) напомињу и вредност самосталног креирања садржаја од стране ученика. Резултати студије коју су спровели Бовер и сарадници (Bower, Howe et al., 2014) са 16 ученика средње школе показују да је њихов рад превазишао очекивања и утврђен је виши ниво самосталног мишљења, креативности и критичке анализе ученика.

Ленард и Фицџералд (Leonard, Fitzgerald, 2018) напомињу да су истраживања која се односе на примену проширене (и микс) реалности у образовању и даље у почетној фази. Међутим, поједини истраживачи су кроз систематске приказе истраживања или применом мета анализе дали могуће одговоре на питања везана за ефикасност, бенефите и ограничења примене ове технологије у процесима наставе и учења:

- Раду (Radu, 2014) је путем мета анализе извршио преглед 26 емпиријских студија (које пореде резултате учења са и без коришћења проширене реалности) и на основу њих је направио листу позитивних и негативних утицаја ове образовне технологије на учење. Позитивни утицаји су: 1) повећано је разумевање садржаја и то кроз: а) боље учење просторних структура и функција (на пример: геометријских облика, хемијских структура, механичких машина, астрономских конфигурација или просторног распореда органа у организму) и б) унапређено је учење језичких асоцијација (боље памћење, читање и писање); 2) научено остаје дуже запамћено; 3) побољшана је изведба задатака који захтевају физичко ангажовање (као што су поправке или монтаже); 4) унапређена је сарадња; и 5) повећана је мотивација студената/ученика. Недостаци су: 1) пажња је уско усмерена (енгл. *attention tunneling*) – на пример само на један канал (односно само на визуелан аугментован садржај); 2) тешкоће са коришћењем – посебно са специјалним наочарима (односно HMD уређајима); 3) могућа неефикасна интеграција у учионицу; и 4) разлике међу ученицима

¹⁸⁵ Која се односе на манипулацију виртуелних модела приказаних технологијом проширене реалности.

(енгл. *learner differences*) – могу да утичу на исходе учења и поједина истраживања указују да се позитивни ефекти примене проширене реалности запажају само код слабијих и просечних ученика (нема уочених бенефита код најслабијих или најбољих ученика) (Radu, 2014).

- Сантос и сарадници (Santos et al., 2014) су истраживали аугментована образовна искуства (енгл. *augmented reality learning experiences*) у К-12 образовању применом мета анализе у коју се укључили 87 публикованих радова. Резултати овог истраживања показују да примена проширене реалности у основношколском и средњошколском образовању има умерен позитивни ефекат (средња величина ефекта 0,56¹⁸⁶). Такође, аутори истичу три главне предности проширене реалности и то су: 1) означавање реалног света (енгл. *real world annotation*) – на пример приказ виртуелног текста и других симбола на стварним објектима што побољшава перцепцију; 2) контекстуална визуелизација – као што је приказ виртуелног садржаја у специфичном контексту што помаже ученицима да изграде детаљнију мрежу знања; и 3) видно-додирна визуелизација (енгл. *vision-haptic visualisation*) – омогућава интеракцију са виртуелним садржајем што побољшава елаборацију. По питању дизајна аугментованих образовних искустава аутори истичу да на њих утичу три међусобно повезана фактора: хардвер, софтвер и наставни садржај (Santos et al., 2014).

- Бака и сарадници (Васса et al., 2014) су извршили систематски приказ 32 студије које се баве применом проширене реалности у образовању (објављених у периоду између 2003. и 2013. године). Највећи број обухваћених радова се односио на примену ове технологије у научним областима на првом нивоу факултетског образовања (основне студије). У већини анализираних истраживања коришћена је технологија проширене реалности заснована на маркерима и као позитивни ефекти примене се наводе: 1) ефикасније учење; 2) боља мотивација за учење; 3) веће ангажовање студената; и 4) позитивни ставови студената. Уочена ограничења су углавном: 1) проблеми техничке природе (одржавање приказа аугментованих информација); 2) посвећивање превише пажње виртуелним информацијама; и 3) схватање проширене реалности као интрузивне технологије (Васса et al., 2014).

- Дигман и сарадници (Diegmann et al., 2015) су у прегледу литературе анализирали 25 публикација које укључују емпиријску проверу ефикасности проширене реалности у образовним окружењима и идентификовали су 14 различитих бенефита које су поделили у шест група. Издвојене групе су: 1) прва група је названа „стање ума“ (енгл. *state of mind*) и обухвата бенефите као што су: а) повећана мотивација, б) повећана пажња, в) повећана концентрација и г) повећано задовољство; 2) друга група се односи на концепте наставе (енгл. *teaching concepts*) и обухвата бенефите као што су: а) повећано учење у настави усмереној на ученике и б) побољшано сарадничко учење; 3) трећа група обухвата сегмент презентације наставних садржаја и односи се на бенефите као што су: а) повећана детаљност приказа наставних садржаја, б) већа доступност информацијама и в) повећана интерактивност; 4) четврта група је названа „тип учења“ (енгл. *learning type*) и обухвата бенефите као што су: а) побољшана кривуља учења (енгл. *improved learning curve*) и б) повећана креативност; 5) пета група се односи на разумевање наставних садржаја и обухвата бенефите као што су: а) побољшан развој просторних способности (енгл. *improved development of spatial abilities*) и б) побољшано памћење; и б) шеста група се односи на смањене трошкове (Diegmann et al., 2015).

¹⁸⁶ Напомена: При израчунавању величине ефекта укључено је свега седам радова са малим узорцима (само ти радови су имали податке о постигнућу ученика мерених тестом).

- Чен и сарадници (Chen et al., 2017) су анализирали 55 радова објављених у часописима који су укључени у SSCI (Social Sciences Citation Index) листу у периоду од 2011. до 2016. године. Највећи број радова се односио на примену проширене реалности на првом нивоу високог образовања (23,64%), затим у основној школи (16,36%) и нижој средњој школи (18,18%). Истраживања су махом спровођена у класичним учионицама (али и у библиотекама, музејима и на терену) и најчешће су коришћени таблети и паметни мобилни телефони са технологијом проширене реалности заснованој на маркерима. Такође, најбројнија истраживања (40%) су у области науке (лабораторијски експерименти, математика и геометрија, географија и екологија и друге дисциплине природних наука). Главне пријављене предности (у анализираним радовима) примене проширене реалности су: 1) бољи резултати учења; 2) повећана мотивација за учење; 3) веће ангажовање и задовољство ученика (студената); и 4) позитивнији ставови (Chen et al., 2017).

- Акчаир и Акчаир (Akcaur, Akcaur, 2017) су урадили систематски приказ 68 објављених истраживања (у часописима са SSCI листе) која се односе на примену проширене реалности у К-12, високом и образовању одраслих. Резултати су показали да су мобилни уређаји (60%) најчешће коришћени за приступ образовним аугментованим садржајима, док су десктоп рачунари (24%) на другом месту. Пријављене предности коришћења проширене реалности у анализираним радовима су распоређене у четири категорије: 1) исходи ученика (проширена реалност побољшава учинак учења и постигнућа ученика, утиче позитивно на мотивацију и задовољство, а ученици развијају позитиван став према активностима учења са овом технологијом); 2) педагошки доприноси (проширена реалност повећава уживање, ангажман и интересовање ученика); 3) интеракција (проширена реалност повећава комуникацију и интеракцију међу ученицима, између ученика и наставних садржаја и између ученика и наставника); и 4) други доприноси (проширена реалност омогућава визуелизацију невидљивих и апстрактних концепата, смањује трошкове лабораторијског материјала и лако ју је и угодно користити). Најчешће пријављени изазови у радовима су: 1) потешкоће при коришћењу и технички проблеми (посебно са технологијом проширене реалности заснованој на локацији због ГПС грешке); 2) захтева додатно време; 3) није погодна за велике групе ученика; и 4) може да одврати пажњу ученика и у појединим случајевима они могу искусити и когнитивно преоптерећење (енгл. *cognitive overload*) (Akcaur, Akcaur, 2017).

- Сиракаја и Алсанџак Сиракаја (Sirakaya, Alsancak Sirakaya, 2018) су спровели систематски приказ 105 објављених радова о примени проширене реалности у образовању у периоду од 2011. до 2016. године. Резултати показују да се број објављених радова из године у годину повећава и да су истраживања најбројнија из области природно-научних наставних предмета (биологије, физике и хемије) (32,6%), инжењерства (12,8%) и медицинске обуке (11,6%). Истраживања су најчешће рађена на нивоу К-12 (37,9%) или првом степену високошколског образовања (36,8%) и притом је у највећем броју случајева коришћена технологија проширене реалности заснована на маркерима (86%), док је приступ овој технологији заснован на локацији коришћен у 11%, а хибридни приступ у свега 3% истраживања. Мобилни уређаји су коришћени у 57% истраживања, рачунари у 24%, а AR наочаре у свега 6% (у 13% анализираних истраживања није прецизирано који су уређаји коришћени). Издвојене предности коришћења проширене реалности у образовању су: 1) повећава постигнућа ученика; 2) олакшава учење; 3) повећава мотивацију; 4) утиче позитивно на трајност научног; 5) повећава интересовање за наставне садржаје; 6) повећава учешће ученика на часовима; 7) развија позитивне ставове; 8) унапређује просторне вештине; 9) омогућава кооперативно учење; 10) чини учење забавним и 11) смањује когнитивно оптерећење. Најважнија ограничења су: 1) бројни технички проблеми;

2) необученост наставника за развијање AR материјала; и 3) припрема и реализација наставе са применом технологије проширене реалности захтева више времена од традиционалне (Sirakaya, Alsancak Sirakaya, 2018).

- Ибањез и Делгадо-Клос (Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018) су урадили систематски преглед литературе у који су укључили 28 истраживања објављених у периоду од 2010. до 2017. године о примени технологије проширене реалности у настави STEM предмета. Већина анализираних радова (85,7%) је објављена после 2013. године и истраживања су најчешће спроведена у редовним учионицама или школским лабораторијама (71,4%). У анализу су укључена истраживања рађена на свим нивоима образовања, али је највише радова у којима су учесници били ученици ниже средње школе (42,9%) или факултетски студенти (25%). Резултати овог прегледа литературе показују да се већина (71,4%) апликација коришћених у истраживањима заснивала на технологији проширене реалности базираној на препознавању слика, док је у 25% истраживања коришћен приступ заснован на локацији. Већина апликација је направљена посебно за потребе истраживања. Поред приступа израде нативних апликација (што је забележено у 39,3% радова), осам апликација је направљено уз помоћ алата као што су: *Vuforia*, *Metaio*, *Layar* и *Aurasma*. Апликације (више од половине) су садржале бар два типа дигиталних података, односно 46,4% је имала текст, 42,8% слике, 32,1% анимације, 28,5% 3Д објекте и видео материјале, 10,7% звучне информације, а могућност приступа интернету је била доступна у 7,1% апликација. Аутори су коришћене апликације у анализираним истраживањима сврстали у три групе: 1) *експлоративне апликације* (које укључују три подгрупе: а) аугментоване књиге, б) AR ознаке и в) коришћење интересних тачака за покретање аугментованих дигиталних информација), 2) *симулационе алате* и 3) *игре*. Такође, истраживања су сврстана и према коришћеним наставним стратегијама у три групе: 1) *инструкција кроз презентацију*, 2) *настава путем открића* и 3) *кооперативно учење*. Пријављени афективни исходи су: мотивација (у седам истраживања), ставови (у пет истраживања), уживање (у четири истраживања), повећано ангажовање (у четири истраживања), интересовање и сатисфакција (у два истраживања), док су самоефикасност, „ураћање“ и „flow“ забележени само једном. Већина истраживања (64,3%) је мерила само ниже когнитивне нивое према Блумовој таксономији (односно количину запамћеног), што отежава доношење закључака о ефикасности ове технологије у настави. Најчешће пријављена ограничења су: 1) ученици морају бити претходно обучени за коришћење ове технологије да би је успешно користили за учење; 2) проблеми техничке природе и они везани за употребљивост апликација; и 3) утицај ефекта (фактора) новитета (енгл. *novelty effect*) на понашање ученика и резултате истраживања (Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018).

- Пелас и сарадници (Pellas et al., 2019) су извршили систематски приказ литературе о примени проширене реалности са учењем заснованим на игри (енгл. *AR with game-based learning*) у K-12 образовању на основу 21 рада (објављених у периоду од 2012. до 2017. године у часописима са SSCI листе). Четрнаест радова се односило на примену ове технологије у основној школи, а седам радова на примену у средњој школи. Већина укључених истраживања је користила технологију проширене реалности са маркерима (50% у основној школи и 75% у средњој школи), што се објашњава чињеницом да је праћење маркера стабилније од тренутно доступних решења која се односе на примену ове технологије без маркера или кроз праћење локације и положаја корисника (ученика). Резултати овог истраживања показују да су у приказаним студијама образовне AR игре најчешће намењене STEM предметима, што се објашњава могућношћу да се невидљиви, апстрактни и комплексни наставни садржаји учине очигледнијим и јаснијим. У студијама које се односе на основношколски ниво најчешће су примењивани (у 64,2% случајева)

таблети и паметни телефони, док су на средњошколском нивоу компјутери (и десктоп и лаптоп) најзаступљенији уређаји (57,1%). Аутори напомињу да ће у будућности паметне AR наочаре и нови HMD уређаји за микс реалност бити водећи уређаји за реализацију учења заснованог на игри са овом технологијом. Као главне предности коришћења образовних аугментовних игра у анализираним радовима издвајају се: 1) добри исходи учења или бољи резултати учења; 2) већа мотивисаност и ангажовање ученика; 3) позитивне перцепције и ставови ученика; и 4) повећана интеракција, сарадња и социјализација ученика. Уочена ограничења су: 1) наставници не могу манипулисати истим системом за различите предмете (недостатак интердисциплинарних програма); 2) ученици превише пажње посвећују виртуелним информацијама што се приписује утицају ефекта новитета; 3) наставници морају развити додатни материјал за учење који ће се користити искључиво са технологијом проширене реалности; 4) комплексни AR системи могу имати скромну кривуљу учења; и 5) кратки периоди оцењивања за мерење учинка AR игара на исходе учења (Pellas et al., 2019).

- Гарзон и Асеведо (Garzón, Acevedo, 2019) су анализирали пет претходно спроведених мета анализа и закључили су да све осим једне указују да проширена реалност има значајан позитиван утицај на образовање. Исти аутори су спровели нову мета анализу у коју су укључили 64 квантитативних истраживања објављених између 2010. и 2018. године. Резултати овог истраживања указују да проширена реалност има средњу величину ефекта на исходе учења ($d = 0,68$) и да је ова технологија ефикаснија у поређењу са класичним предавањем или употребом мултимедије на часовима (Garzón, Acevedo, 2019).

Резултати приказаних мета анализа и систематских прегледа литературе (видети Акчаир, Акчаир, 2017; Васса et al., 2014; Garzón, Acevedo, 2019; Diegmann et al., 2015; Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018; Pellas et al., 2019; Radu, 2014; Santos et al., 2014; Sirakaya, Alsancak Sirakaya, 2018; Chen et al., 2017) сугеришу да примена проширене реалности утиче позитивно на исходе учења и мотивисаност ученика (и у учионици и ван ње) и да се ова технологија може ефикасно применити на свим нивоима образовања. Међутим, Бака и сарадници (Васса et al., 2014) и Чен и сарадници (Chen et al., 2017) напомињу да су истраживања која се односе на примену технологије проширене реалности у образовању најчешће рађена са узорцима средње величине (од 30 до 200), али да је знатан број студија у узорку имао мање од 30 учесника (што утиче на могућност њихове генерализације и објективне интерпретације резултата). Такође, не постоје резултати лонгитудиналних истраживања ширег обима (Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018). Поред тога, Акчаир и Акчаир (Акчаир, Акчаир, 2017) истичу да већина истраживања није контролисала ефекат новитета, односно да се одређени позитивни резултати могу приписати поменутом фактору. Исти аутори указују и да није јасно да ли проширена реалност помаже смањењу когнитивног оптерећења, или ова технологија доприноси стварању когнитивног преоптерећења (Акчаир, Акчаир, 2017).

Мота и сарадници (Mota et al., 2018) наводе да су мобилни уређаји масовно присутни у свакодневном животу ученика, али да се мобилне AR апликације мало користе у формалном образовању, док Пелас и сарадници (Pellas et al., 2019) наглашавају да интеграција аугментованих игара у наставну праксу може бити врло изазован процес

посебно за наставнике који немају довољно искуства са коришћењем мобилних уређаја¹⁸⁷. Такође, Акчаир и Акчаир (Akçayır, Akçayır, 2017) истичу да није могуће закључити да ли је проширену реалност једноставно применити у настави. Истраживање које су спровели Керавала и сарадници (Kerawalla et al., 2006) показује да су ученици (десетогодишњаци) који су имали прилику да примене ову технологију били мање ангажовани од својих вршњака који су користили традиционалне ресурсе. Као додатни проблем намеће се и чињеница да се у истраживањима и пракси користе различити уређаји (таблети, паметни телефони, десктоп и лаптоп рачунари, HMD уређаји и специјалне AR наочаре, као и различити холограмски пројектори и сензори) (Goff et al., 2018) и да нису сви AR интерфејси исти (Schafer, Kaufman, 2018) што доводи до тога да се искуства корисника могу међусобно јако разликовати.

Раду (Radu, 2014, 1534) напомиње да је „свака AR апликација јединствена и да утиче на студенте/ученике на специфичан начин у складу са својим дизајном“ и предлаже упитник од пет питања како би се извршила евалуација¹⁸⁸ изабране апликације пре њене примене у настави (односно како би се утврдио њен образовни потенцијал). Ибањез и Делгадо-Клос (Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018) наводе да AR апликације које се користе у настави треба да буду адаптивне, односно да могу да се прилагоде ученицима узимају у обзир њихове карактеристике као што су: пол, стил учења, ниво постигнућа, развијеност ИКТ компетенција и слично. Исти аутори истичу да је потребно укључити и искористити потенцијал ове технологије и у онлајн и хибридној настави, односно при примени изокренуте учионице (енгл. *flipped classroom*) (Ibáñez, Delgado-Kloos, 2018). Такође, потребно је и прикупити примере добре праксе посебно за сваки наставни предмет (како би се помогло наставницима при интеграцији), али притом остављајући простор за креативно и неочекивано коришћење ове технологије (односно енгл. „*think outside the box*“). Према Билингхурсту и Дунсеру (Billinghurst, Dünser, 2012) технологија проширене реалности би требало да унапреди постојећа наставна средства, а не да их замени. Такође, може се предложити да почетне тачке у креирању образовних садржаја са овом технологијом буду наставни планови и програми (курикулум), педагошке основе и специфичности наставних активности (Radu, 2014), али се показало да на ангажовање посебан утицај имају аспекти који се односе на кориснички интерфејс (енгл. *user interface*) и дизајн корисничког искуства (енгл. *user experience design*) апликација, тако да је потребно посебну пажњу посветити и овим сегментима (Chatzopoulos et al., 2017).

Ставови ученика и наставника о новој образовној технологији утичу на ефикасност њене примене у учионици (Sirakaya, Kiliç Çakmak, 2018). Треба напоменути да, поред обухваћених мета анализа и систематских прегледа литературе, бројна истраживања (видети Andújar et al., 2011; Atasoy et al., 2017; Chang et al., 2015; Delello et al., 2015; Ibáñez et al., 2016; Küçük et al., 2016; Martín-Gutiérrez et al., 2010; Núñez et al., 2008; Rasimah et al., 2011; Sirakaya, Kiliç Çakmak, 2018) пријављују да ученици (студенти) на свим нивоима образовања имају претежно позитивне ставове о примени технологије проширене реалности у настави и учењу.

¹⁸⁷ Примена проширене реалности захтева да наставници разумеју како да направе аугментована искуства прилагођена наставним садржајима и да притом узму у обзир чињеницу да немају сви ученици исти ниво развијености вештине руковања са мобилним и HMD уређајима (видети Pellas et al., 2019).

¹⁸⁸ Више о питању евалуације видети и у da Silva et al. (2019) и Pombo et al. (2019).

Керавала и сарадници (Kerawalla et al., 2006) виде проширену реалност као могућу кључну компоненту савремених и будућих формалних окружења за учење. Међутим, исти аутори истичу да је неопходно да се ова образовна технологија успешно уклопи у постојећу наставну праксу. Ако се успешно интегрише проширена реалност се може користити и као ефикасно средство за повећање интересовања ученика за школу (Sirakaya, Kiliç Çakmak, 2018), затим апликације као што је „Pokémon GO“ могу повећати физичку активност ученика (видети Barkley et al., 2017; Ruiz-Ariza et al., 2018), док Салми и сарадници (Salmi et al., 2017) наглашавају да уз ову технологију постају доступни нови начини учења који се могу прилагодити различитим типовима ученика и да се чини јасним да проширена реалност представља једно од ретких педагошких решења које посебно погодује ученицима који су испод просека по школском успеху и нивоу постигнућа. Истраживања указују да ова технологија може бити корисна и у раду са ученицима са посебним потребама (видети Ab Aziz et al., 2012; Arvanitis et al., 2009; Vullamparthi et al., 2013; Zainuddin et al., 2010; Lin, Chang, 2015; C.-Y. Lin et al., 2016; McMahon et al., 2015, 2016; Ramli, Zaman, 2011; Steinhäusser et al., 2019; Cascales-Martínez et al., 2017; Chen et al., 2015, 2016), такође може помоћи ученицима са хроничним болестима (као што је дијабетес) (видети Calle-Bustos et al., 2017).

Поред формалног образовања примена технологије проширене реалности је заступљена и у неформалном, посебно у музејима, галеријама, зоолошким вртovima и научим и истраживачким центрима (Goff et al., 2018; Woods et al., 2004), али и кроз „имерзивно“ новинарство и информисање (видети Krstić, 2017) и издаваштво (примена у књигама и научно-популарним часописима). Сотироиу и Богнер (Sotiriou, Bogner, 2008) истичу да се на сарадњи школа и сектора неформалног образовања све више инсистира у контексту доживотног учења. Резултати истраживања које су поменути аутори спровели у музеју са паралелним групама (са укупно 119 ученика, старости 15-16 година) указују да група у којој је коришћена проширена реалност имала боље резултате на тесту знања, већу мотивацију и да је ова технологија помогла ученицима да разјасне честе мисконцепције везане за трење (Sotiriou, Bogner, 2008). Салми и сарадници (Salmi et al., 2017) су спровели истраживање са 146 ученика (узраста од 11 до 13 година) са применом проширене реалности у две изложбе (које обухватају наставне садржаје физике) у научном центру у Финској. Резултати овог истраживања показују да се ова технологија показала корисном при неформалном учењу апстрактних феномена, јер су резултати завршног теста били бољи од иницијалног у свим издвојеним групама ученика према школском успеху. Посебно значајне бенефите су остварили група лошијих ученика и учесници женског пола. Установљено је и да је варијабла пол на почетном тесту била статистички значајна (учесници мушког пола су постигли значајно бољи резултат), али ова разлика није уочена на завршном тесту после образовног аугментованог искуства. Међутим, треба истаћи да је предзнање најбоље предиктовало резултате на завршном тесту (Salmi et al., 2017). Гоф и сарадници (Goff et al., 2018) су спровели преглед истраживања која се односе на примену технологије проширене реалности у неформалним поставкама (музеји, научни центри и слично) које укључују садржаје STEM дисциплина. Истраживање је обухватило 17 публикованих радова и резултати указују да су учесници (у 13 истраживања су били укључени и К-12 ученици) кроз едукативне AR активности повећали своје знање и интересовање за садржаје STEM дисциплина. Аутори закључују да ова образовна технологија може повећати заинтересованост ученика оба пола за STEM дисциплине (Goff

et al., 2018). Бројни музеји у Републици Србији (на пример: *Музеј Војводине*¹⁸⁹, *Народни музеј Зрењанин*¹⁹⁰, *Историјски музеј Србије*¹⁹¹, *Кућа краља Петра I*¹⁹², *Народни музеј Зајечар*¹⁹³ и други) су додали AR апликације у своје понуде.

ПРИМЕНА ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ У ФОРМАЛНОМ И НЕФОРМАЛНОМ ОБРАЗОВАЊУ

Десктоп и имерзивна виртуелна реалност се већ деценијама користе у специјализованим индустријским и универзитетским лабораторијама, појединим областима медицине и инжењерства, као и за војне потребе и обуку пилота (Blascovich, Bailenson, 2012; Dalgarno, Lee, 2010; McLellan, 2004). Учење применом образовних виртуелних окружења (енгл. *educational virtual environments*) се у литератури промовише од 1990. године (Mikropoulos, Natsis, 2011; Hite et al., 2019). Међутим, иако се о потенцијалу имерзивне виртуелне реалности да револуционарно промени наставу¹⁹⁴ интензивно расправљало у претходним деценијама, масовна примена је изостала (Jensen, Konradsen, 2018). Тек у последњих неколико година захваљујући развоју уређаја као што су *Oculus Rift* и *Google Cardboard* милиони ученика су добили могућност да ову образовну технологију испробају у учионицама (Stojšić et al., 2016).

Микропуолос и Натсис (Mikropoulos, Natsis, 2011) напомињу да виртуелну реалност (због бројних специфичних карактеристика) треба посматрати одвојено од других ИКТ у образовању, док Савичић и Егић (Savičić, Egić, 2010, 685) истичу да је неопходно да савремене ИКТ (мислећи на виртуелну реалност) „учвршћују своју позицију на скали методолошких приоритета у реализацији наставе“.

Виртуелно образовање се може дефинисати као процес усвајања знања, вештина и навика у симулираном (визуелно тродимензионалном, аудитивном и тактилном) окружењу које је компјутерски генерисано и које је у складу са понашањем корисника у реалном времену (Јоргић, 2013). Потребно је напоменути да виртуелна реалност омогућава активно учење, односно образовно искуство из првог лица, што је супротно ономе што се у традиционалном приступу најчешће примењује, а то је учење применом симбола и настава у којој доминира аудитивни једносмерни приступ (Јоргић, 2013; Winn, 1993).

Према Лиу и сарадницима (Liu et al., 2017) потребно је узети у обзир три теоријска оквира при примени ове технологије у наставном процесу, и то су:

1. *Конструктивизам* – је теорија која у центар средине за учење ставља ученика (студента), при томе активности и интеракције континуирано подстичу преиспитивање претходних искустава ученика уз конструисање нових знања. Наставне стратегије (произашле из ове теорије) као што су ситуационо, искуствено и сарадничко учење су прикладне при организовању наставе уз примену виртуелне реалности.

2. *Теорија аутономног учења* – се односи на самодириговано учење у којем ученици самоиницијативно бирају циљеве и начине како да их остваре. Саморегулација, односно способност ученика да контролишу своје поступке и да искористе повратне информације

¹⁸⁹ <https://www.muzejvojvodine.org.rs/index.php/lat/vesti/2374-muzejska-e-sveznalica>

¹⁹⁰ <http://www.muzejzrenjanin.org.rs/sr/aktivnosti/ostalo/promocija-ar-aplikacije-vizije-muzeja.html>

¹⁹¹ <http://www.srbija1914.rs/>

¹⁹² <http://www.kucakraljapetra.rs/lat/spomen-soba/>

¹⁹³ <https://zajecaronline.com/prosirena-stvarnost-u-feliks-romulijani-i-zajecarskom-muzeju-holograd-foto-video/>

¹⁹⁴ Путем учења које се заснива на симулацијама у којима ученици могу да кроз аутентично искуство усвајају нова знања и вештине и то у сигурном и интерактивном виртуелном окружењу (видети Jensen, Konradsen, 2018).

које добијају из средине за учење или наставника је неопходан предуслов. Применом технологије виртуелне реалности могу се креирати пригодна окружења за аутономно учење и вежбање која омогућавају ученицима да у реалном времену добијају повратне информације у виртуелном окружењу као и да прате оствареност исхода учења.

3. *Теорија когнитивног оптерећења* – се односи на ограниченост људске радне меморије током менталних активности. Виртуелно окружење (креирано са технологијом виртуелне реалности) може бити веома реалистично и богато информацијама из више различитих чулних модалитета. Међутим, богата симулација може да изазове ефекат подељене пажње, као и когнитивно преоптерећење и тиме може да утиче негативно на исходе учења (Liu et al., 2017).

Десктоп виртуелна реалност омогућава одређени (нижи) ниво имерзивности и једноставнија је за имплементацију у школским условима од имерзивне, јер ученици (студенти) користе уређаје који су им познати (школске и/или личне рачунаре, или мобилне уређаје), а интеракција у дигиталним окружењима се најчешће остварује коришћењем тастатуре и миша (или додиривањем екрана осетљивог на додир) (Southgate et al., 2016). Хајт и сарадници (Hite et al., 2019) наглашавају да се осећај присутности код десктоп система виртуелне реалности може повећати ако се користи робустна 3Д визуелизација и додају хаптични елементи (као што је на пример хаптична оловка). Коришћење образовних виртуелних окружења базираних на технологији десктоп виртуелне реалности је опсежно истраживано у последњих неколико деценија (Southgate et al., 2019), а урађено је и неколико прегледа литературе:

- Хју и Чанг (Hew, Cheung, 2010) су извршили преглед литературе о употреби виртуелних светова у К-12 и високом образовању у који су укључили 15 претходно објављених истраживања. Већина укључених истраживања је спроведена на универзитетском нивоу, затим у средњим, а најмање у основном школама. Дисциплине у оквиру којих су вршена истраживања су: 1) медијска уметност (18,8%); 2) здравље и животна средина (18,8%); 3) образовање (12,5%); 4) трговина (12,5%); 5) рачунарство (12,5%); 6) језици (6,3%); 7) библиотекарство (6,3%); и 8) друго (12,5%). Резултати овог истраживања показују да се виртуелни светови у наставном процесу могу користити као: 1) простори за комуникацију; 2) простори за симулације; и 3) простори за стицање искуства (учење кроз рад, кроз тестирање хипотеза и слично). Афективни утицаји виртуелних светова су анализирани у 11 истраживања и резултати показују да су у већини случајева учесници били задовољни, али пријављени су и одређени недостаци (као што су технички проблеми и недовољна припремљеност за коришћење софтвера) који су негативно утицали на ставове студената и ученика о овој технологији. Само пет истраживања је пријавило резултате који се односе на исходе учења из којих се може закључити да виртуелни светови могу помоћи студентима у процесу учења (међутим ове резултате треба прихватити са резервом, јер су у четири од пет истраживања подаци прикупљени путем интервјуа, а не мерени тестом) (Hew, Cheung, 2010).

- Микропулос и Натсис (Mikropoulos, Natsis, 2011) су спровели систематски преглед литературе у који су укључили 53 публикована истраживања објављена у периоду од 1999. до 2009. године која се односе на примену образовних виртуелних окружења на свим нивоима образовања. Већина анализираних радова (69,81%) је истраживала утицаје образовних виртуелних окружења кроз десктоп системе (само 16 истраживања је спроведено са НМД уређајима или CAVE системима), што аутори оправдавају чињеницом да је десктоп виртуелна реалност јефтинија и лакша за интеграцију у школе. Конструктивизам је најчешћи теоријски приступ на којем су се базирала анализирани

виртуелна окружења која су се у највећем броју случајева (75,47%) односила на учење науке, технологије и математике. Само 13 истраживања (24,53%) се бавило друштвеним наукама, што аутори објашњавају чињеницом да је тешко дизајнирати виртуелна окружења за одређене социјалне појмове, односе и ситуације. Резултати показују да су у већини (90,57%) обухваћених истраживања пријављени позитивни утицаји виртуелне реалности на исходе учења (два истраживања нису пријавила утицај, док три истраживања нису пронашла позитивне утицаје). Међутим, аутори указују на чињеницу да не постоје резултати лонгитудиналних истраживања, тако да пријављену ефикасност и утицај ове технологије на исходе учења треба прихватити са резервом. Само 17 истраживања (32,08%) је укључивало податке о ставовима студената и наставника о примени виртуелне реалности у наставном процесу. Резултати поменутих истраживања показују да преовлађује позитиван став и код ученика и код наставника о овој технологији. Аутори истичу и да осећај присутности има значајног утицаја на учење у виртуелним окружењима (Mikropoulos, Natsis, 2011).

- Мерчант и сарадници (Merchant et al., 2014) су спровели мета анализу у коју су обухватили 13 истраживања у којима су коришћене игре, 29 истраживања у којима су коришћене симулације и 27 истраживања у којима су коришћени виртуелни светови. Резултати овог истраживања показују да и игре ($d = 0,51$) и симулације ($d = 0,41$) и виртуелни светови ($d = 0,41$) имају позитиван утицај (средња величина ефекта) на исходе учења. Међутим, игре дају боље резултате у поређењу са симулацијама и виртуелним световима (Merchant et al., 2014).

- Кларк и сарадници (Clark et al., 2016) су спровели мета анализу у коју су укључили 68 истраживачких радова објављених у периоду од јануара 2000. до септембра 2012. године који се односе на употребу дигиталних игара у К-16 образовању. Резултати овог истраживања показују да дигиталне игре значајно унапређују учење (у поређењу са условима у којима оне нису коришћене). Међутим, аутори напомињу да ефекат одређене дигиталне игре на исходе учења зависи од механике игре, као и њених визуелних и наративних карактеристика (Clark et al., 2016).

Десктоп (или неимерзивна) виртуелна реалност је већ пронашла своје место у основном, средњем и високом образовању у виду коришћења *видео игара*, *виртуелних светова* и *симулација* (Merchant et al., 2014).

Литература указује да се привлачни и мотивишући аспекти видео игара могу искористити у образовању (Marsh, 2011) за усвајање знања из различитих наставних предмета, као и за развијање вештине решавања проблема, критичког мишљења, креативности и слично (Shute et al., 2019). Према Грејсу (Grace, 2016) концепт коришћења дигиталних игара како би се подржале активности учења није новина, јер су прве студије које се баве овим питањем објављене пре више од 40 година. Пападакис (Papadakis, 2018) дефинише образовне видео игре¹⁹⁵ као оне дигиталне игре које су дизајниране имајући у виду циљеве учења и чија је сврха да олакшају процес наставе. Међутим, Небел и сарадници (Nebel et al., 2016) истичу да образовне видео игре нису само оне које су направљене посебно за потребе наставе, него и оне које се могу употребити у ту сврху. И Небел и сарадници (Nebel et al., 2016) и Пападакис (Papadakis, 2018) сматрају да се поједине

¹⁹⁵ Пападакис (Papadakis, 2018) види озбиљне игре (енгл. *serious games*) као обухваћене изнетом дефиницијом, односно као део појма „едукативне видео игре“. Више о појму „озбиљне игре“ видети у Marsh (2011) и Cao et al. (2019).

комерцијалне игре (као што су: *Minecraft*¹⁹⁶, *The Sims*¹⁹⁷, *SimsCity*¹⁹⁸, *World of Warcraft*¹⁹⁹, *Civilization*²⁰⁰, *Age of Empires*²⁰¹ и сличне) могу применити за учење. Последњих неколико година посебну пажњу истраживача је привукла игра „Minecraft“ (Слике 21 и 22), која се успешно користи широм света за учење различитих садржаја (видети Lane, Yi, 2017; List, Bryant, 2014; Mørch, Thomassen, 2016; Nebel et al., 2016). *Minecraft* је популарна 3Д видео игра компаније „Моџанг“ (Мојанг) која је настала 2009. године. Смештена је у свету потпуно направљеном од коцкастих блокова (такозваних воксела [енгл. *Voxel*]) у којем играч може слободно да се креће. Интуитивна је за игру (иако подржава изузетно комплексне интеракције и искуства) и омогућава играчима да граде и уништавају објекте, да се боре са непријатељским створењима (ноћна чудовишта) и да сарађују са другим играчима (доступно путем сервера). Игра нема активан наратив и постављене циљеве у првом плану. Постоје два главна начина за игру, и то су *преживљавање* (могуће је одабрати различите нивое тежине) и *креативни мод*. У моду „преживљавање“ сврха је да играчи сакупе ресурсе и храну, изграде објекте, направе одећу, оруђе и оружје како би се одбранили од непријатељских створења, док је у „креативном“ моду играчима на располагању неограничена количина блокова и других ресурса (што значи да је игра препуштена машти играча) (Lane, Yi, 2017). Небел и сарадници (Nebel et al., 2016) наводе да постоје бројни бенефити коришћења *Minecraft*-а у настави, јер је ова игра релативно повољна и једноставна за примену, затим нуди могућност премештања блокова на жељени начин (што значи да се могу направити потребни објекти и облици), а пошто садржи различите биоме и биљене и животињске врсте погодна је и за обраду еколошких тема, такође повећава мотивисаност ученика и обезбеђује активно стицање знања кроз сарадничку, проблемску и пројектну наставу. Међутим, исти аутори истичу да постоје и одређена ограничења која се односе на спремност, припремљеност и вештине наставника да укључе ову игру у своју наставну праксу, затим постоји опасност да ученици који су искусни у игрању ове игре доминирају у такмичарским и сарадничким задацима, а такође постоје и ограничења која се односе на саму игру у виду недостатка заобљених облика и чињеницу да примена „redstone“-а захтева интензивну фазу учења (Nebel et al., 2016). Постоји и посебна верзија ове игре (*Minecraft: Education Edition*²⁰²) намењена употреби у образовним установама са већ направљеним материјалима који се могу применити у настави бројних предмета и са ученицима различитих узраста (Lane, Yi, 2017; Stojšić et al., 2019a). Такође, постоје и верзије за различите HMD уређаје (Southgate et al., 2019).

¹⁹⁶ <https://www.minecraft.net/en-us/>

¹⁹⁷ <https://www.ea.com/games/the-sims>

¹⁹⁸ <https://www.ea.com/games/simcity>

¹⁹⁹ <https://worldofwarcraft.com/en-us/>

²⁰⁰ <https://civilization.com/>

²⁰¹ <https://www.ageofempires.com/>

²⁰² <https://education.minecraft.net/>



Слике 21. и 22. Игра „Minecraft“ (верзија „Minecraft: Education Edition“)

Фото: Стојишић, И., 2018. године

Небел и сарадници (Nebel et al., 2016) наглашавају да постоји растући тренд интересовања истраживача и наставника за образовне видео игре, док Пападакис (Papadakis, 2018) наводи да се учење засновано на игри као метода све више примењује у пракси пратећи бољу ИКТ опремљеност школа и широку употребу паметних мобилних телефона. Међутим, потребно је посебну пажњу посветити питању како се дигиталне игре интегришу у наставни процес, јер лоша интеграција може умањити њихове позитивне аспекте (привлачност, забавност, „flow“ и слично) и претворити их у не тако привлачан наставни софтвер (Shute et al., 2019).

Виртуелни светови (као што су: *Second Life*²⁰³, *Open Simulator*²⁰⁴, *AvayaLive*TM *Engage*²⁰⁵, *Kitely*²⁰⁶ и слични) дају могућност креирања микро и макро окружења за учење на интернету (која могу представљати и дигиталне копије реалних простора) (Bower, Dalgarno et al., 2014; Domingo, Gates Bradley, 2018). Према Менекију и сарадницима (Mennecke et al., 2008) виртуелни светови су посебан део вишекорисничких онлајн игара, али за разлику од њих немају организована правила играња. У виртуелном свету корисници прво креирају своје аватаре²⁰⁷ (односно своју визуелну репрезентацију) и имају слободу кретања и интеракције (комуникација са другим корисницима је могућа путем чета или гласа) (Baker et al., 2009). Потребно је истаћи да виртуелни светови пружају наставницима могућност креирања искуствених и контекстуализованих задатака који могу водити ка повећању мотивације и сарадње међу ученицима (Dalgarno, Lee, 2010). Грациано (Graziano, 2017) издваја „Second Life“ као најпопуларнији и најзрелији по питању примене у едукативне сврхе (посебно на нивоу високог образовања). Према Бејкеру и сарадницима (Baker et al., 2009) више од 100 универзитета²⁰⁸ у Сједињеним Америчким Државама и другим земљама поседују виртуелна острва (парцеле) у *Second Life*-у. Такође, овај виртуелни свет се може спојити са системима за управљање учењем (енгл. *Learning Management System*) као што је *Moodle* платформа (која се користи на бројним

²⁰³ <http://go.secondlife.com/landing/education/>

²⁰⁴ http://opensimulator.org/wiki/Main_Page

²⁰⁵ <https://support.avaya.com/products/P1385/avayalive-engage>

²⁰⁶ <https://www.kitely.com/>

²⁰⁷ Аватар се може одредити као пројектована слика и дигитална репрезентација себе, другог корисника или вештачке интелигенције у виртуелном окружењу (видети Southgate et al., 2016; Concannon et al., 2019).

²⁰⁸ Међутим, постоји и феномен напуштених универзитетских кампуса у *Second Life*-у (видети Domingo, Gates Bradley, 2018).

универзитетима, школама и компанијама) и на тај начин настаје „SLOODLE“²⁰⁹ (Схема 6) (Spalević et al., 2011; Stojšić et al., 2019a).



Схема 6. SLOODLE
Извор: Spalević et al., 2011

Бовер и сарадници (Bower, Dalgarno et al., 2014), путем прегледа радова из ове области, напомињу да едукатори који користе виртуелне светове имају најчешће позитиван однос према њима (верују да могу да помогну ученицима при усвајању градива), али и да се при примени могу јавити различити изазови (проблеми на нивоу институције и изазови везани за наставнике и ученике). Образовне установе се могу сусрести са повећаним трошковима (јер виртуелни светови најчешће нису бесплатни) и другим проблемима везаним за процес интеграције (као што су техничке потешкоће), док се наставници могу сусрести са изазовима везаним за контролу, успостављање комуникације, постизање стандарда постигнућа и усклађивање распореда, док ученици (студенти) могу бити изложени бројним културним, друштвеним и изазовима везаним за идентитет (пошто су у виртуелном свету представљени кроз аватаре) (Bower, Dalgarno et al., 2014).

Инман и сарадници (Inman et al., 2011) су спровели преглед 27 истраживања која се односе на коришћење *Second Life*-а у K-12 и високом образовању. Резултати овог истраживања показују да се овај виртуелни свет може користити за: 1) лакше организовање активности играња улога (укључујући и истраживање родних улога); 2) учење на даљину; 3) симулације; 4) групни рад и групне пројекте; 5) проблемску наставу и друге конструктивистичке наставне стратегије које ученика стављају у центар процеса учења; 6) креирање виртуелне заједнице и 7) подстицање комуникације и сарадње међу студентима (ученицима). Међутим, исти аутори наводе и значајне проблеме као што су: 1) неприхватање овог алата од стране студената и непроналажење његове корисности у настави; 2) технички проблеми и недостатак подршке; 3) стрма кривуља учења (енгл. *steep learning curve*); 4) смањена пажња и опасност од излагања нетачном и неприкладном садржају (Inman et al., 2011).

Бејкер и сарадници (Baker et al., 2009) истичу да пре интеграције виртуелних светова у наставни процес образовне установе и наставници прво морају да процене да ли потенцијалне користи ових алата оправдавају трошкове. Исти аутори су дали и неколико сугестија које се односе на почетак коришћења *Second Life*-а, и то су: 1) „Second Life“ не треба користити без унапред постављених циљева; 2) наставници морају да имају и резервни план и да буду спремни на неочекиване ситуације; 3) студенте је потребно

²⁰⁹ <https://www.sloodle.org/>

претходно припремити за учење у виртуелном свету; 4) почети са једноставним задацима; 5) поделити студенте у парове; 6) прилагођавати рад повратним информацијама прикупљеним од студената; 7) наставници би пре почетка примене *Second Life*-а требало добро да се упознају са могућностима овог алата; 8) наставници би требало да се повежу са другим наставницима који користе виртуелне светове у пракси; 9) „*Second Life*“ је један од доступних онлајн алата, а не једини; и 10) потребно је проверавати ефикасност овог алата и његов утицај на исходе учења (Baker et al., 2009).

Развојем нових, јефтинијих и доступнијих HMD уређаја бројни виртуелни светови су добили и имерзивне верзије (на пример „имерзивна“ верзија *Second Life*-а је „*Sansar*“²¹⁰), а настали су и нови као што је „*AltspaceVR*“²¹¹ (Слика 23), који има и „неимерзивну“ опцију (односно доступан је на екрану рачунара или мобилних уређаја и без VR наочара/кацига).



Слика 23. Аватар кандидата у „*AltspaceVR*“ виртуелном свету
Фото: Стојишић, И., 2017. године

Мерчант и сарадници (Merchant et al., 2014, 30) су дефинисали симулације као „интерактивна дигитална окружења за учење која имитирају процес или ситуацију из стварног живота“. Исти аутори напомињу да симулације могу да буду економична опција за образовне установе и да обезбеђују ученицима сигурно окружење за увежбавање различитих вештина (као што су: секцирање жаба [уз *V-Frog*^{TM212}], савладавање математичких и физичких појмова, увежбавање медицинских процедура и слично) (Merchant et al., 2014). Поткоњак и сарадници (Potkonjak et al., 2016) су анализирали виртуелне лабораторије које се могу применити у настави предмета који се односе на науку, технологију и инжењерство. Као предности виртуелних лабораторија аутори су навели: 1) уштеда новца; 2) флексибилност; 3) вишекориснички приступ (више ученика може истовремено да користи виртуелну лабораторију); 4) једноставна конфигурација система (могуће је мењати параметре који се често не могу мењати на стварном систему); 5) отпорност на оштећења („штета“ је дозвољена у виртуелном окружењу, чиме се отвара

²¹⁰ <https://www.sansar.com/>

²¹¹ <https://altvr.com/>

²¹² <http://www.tactustech.com/vfrog/>

могућност учења на грешкама); и б) чине невидљиво видљивим, док су недостаци: 1) виртуелне лабораторије су захтевне по питању компјутерских ресурса; 2) пошто нису стварне, виртуелне лабораторије могу код ученика створити специфичан став који се огледа у недостатку озбиљности, одговорности и пажљивости; и 3) виртуелне лабораторије се најчешће користе у почетним фазама обуке, јер касније фазе захтевају искуство са стварном опремом (Potkonjak et al., 2016). Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a) посебно издвајају симулације компаније „Лабстер“ (Labster²¹³) као погодне за учење STEM предмета на средњошколском и високошколском нивоу (доступно је више од стотину симулација, а поједине се могу користити и са HMD уређајима), док Грациано (Graziano, 2017) издваја симулатор „TLE TeachLivE™“²¹⁴, који омогућава симулирање искустава из учионице, као погодан за обуку студената (наставних усмерења) и за професионални развој наставника.

Све до пре пар година имерзивна виртуелна реалност је била изван финансијских могућности школа, док је инструкциони дизајн већине виртуелних окружења био слабог квалитета, такође коришћење старих HMD уређаја пратили су и бројни проблеми (симптоми сајбер болести, ниска резолуција, лоше праћење покрета, гломазан хардвер и слично), тако да је масовна примена у наставном процесу изостала (Kavanagh et al., 2017; Macpherson, Keppell, 1998; Merchant et al., 2014; Selzer et al., 2019). Међутим, појавом нове генерације HMD уређаја (као што су: *Oculus Rift*, *Samsung Gear VR*, *HTC VIVE*, *Google Cardboard* и других) имерзивна виртуелна реалност се вратила у фокус интересовања истраживача који се баве проучавањем образовне технологије (Bower, Sturman, 2015; Jensen, Konradsen, 2018; Olmos et al., 2018; Fowler, 2015; Freina, Ott, 2015).

Фреина и Канеса (Freina, Canessa, 2015) су упоредили две верзије игре (прва која се заснивала на десктоп виртуелној реалности и друга која је направљена за *Oculus Rift*) чији је циљ поучавање просторне оријентације тинејџера са благим интелектуалним сметњама. Резултати су показали да верзија игре за *Oculus Rift* (имерзивна виртуелна реалност) омогућава бољи трансфер наученог. Међутим, коришћење HMD уређаја може бити напорно и код неких учесника је изазивало осећај мучнине (Freina, Canessa, 2015). Урађено је и неколико већих истраживања и систематских прегледа литературе са циљем утврђивања образовних потенцијала и ефеката примене технологије имерзивне виртуелне реалности:

- Фреина и От (Freina, Ott, 2015) су анализирали радове објављене током 2013. и 2014. године који су се односили на употребу имерзивне виртуелне реалности у образовању. Утврдили су да је знатан број радова написан о употреби ове технологије у универзитетској и средношколској настави (посебно у области медицине, физике, астрономије, хемије и информатике). Број објављених радова је знатан и о образовању одраслих (посебно се издвајају области као што су: архитектура, војска и медицина). Знатно мање објављених радова истражује наставу у основној школи²¹⁵, док се најмањи број радова односио на рад са децом са посебним потребама. Резултати ове систематске анализе литературе су приказани кроз издвојене предности, као што су: 1) виртуелна реалност ствара могућност експериментисања са ситуацијама и објектима који имају одређена ограничења у стварном свету (на пример: различити временски периоди, физичка недоступност, немогућност приступа, висок ниво опасности и/или етички проблеми); 2) омогућава вежбање у сигурном

²¹³ <https://www.labster.com/>

²¹⁴ <http://teachlive.org/>

²¹⁵ Аутори нису пронашли ни један рад који се бави употребом имерзивне виртуелне реалности у настави са децом млађом од 10 година и то објашњавају чињеницом да је *Oculus Rift* препоручљив за старије од 13 година (Freina, Ott, 2015).

окружењу; 3) повећава укљученост и мотивисаност ученика; 4) подржава различите стилове учења; и 5) може да олакша разумевање и усвајање наставних садржаја (Freina, Ott, 2015).

- Јенсен и Конрадсен (Jensen, Konradsen, 2018) су спровели систематски приказ литературе, односно анализирали су 21 рад у којима су приказани резултати коришћења НМД уређаја у образовању. Укључена истраживања су објављена током и после 2013. године и сва се заснивају на идеји да имерзивност има позитиван утицај на резултате учења. Резултати показују различите ситуације у којима НМД уређаји могу бити од користи за стицање вештина (укључујући *когнитивне* [повезане са разумевањем и памћењем просторних и визуелних информација], *психомоторне* [као што су осматрачке вештине] и *афективне* [повезане са контролом емоционалних одговора на стресне или тешке ситуације] вештине) и да они који уче углавном имају позитиван став према коришћењу ове технологије. Пријављени недостаци и препреке у анализираним истраживањима су: 1) симптоми сајбер болести које осећају поједини корисници; 2) недостатак одговарајућег софтвера; 3) технички проблеми и 4) имерзивно искуство може скренути пажњу студента са задатка на саму технологију. Такође, исти аутори су истакли да је већина укључених истраживања била испод просека по квалитету и нагласили су потребу за даљим истраживањима употребе НМД уређаја, али у аутентичном образовном контексту (не у лабораторијском стилу) (Jensen, Konradsen, 2018).

- Кастанеда и Пакампара (Castaneda, Pasampara, 2018) су приказали резултате истраживања о ефектима имплементације имерзивне виртуелне реалности током школске 2016/2017. године у 13 школа у Сједињеним Америчким Државама и Канади. Наставници у школама обухваћеним истраживањем су имали могућност да одаберу који уређај желе да користе (*Google Cardboard*, *Samsung Gear VR*, *Oculus Rift* или *HTC VIVE*) и сва потребна опрема им је била обезбеђена. Овим истраживањем је био обухваћен 1.351 ученик од шестог до 12. разреда. Резултати показују да су ученици били заинтересовани за употребу ове технологије у настави и да проведено време са НМД уређајима утиче на разумевање предности и могућности коришћења имерзивне виртуелне реалности у наставном процесу. Ученици су (на крају истраживања) највеће могућности примене ове технологије видели са: 1) наставним садржајима који се односе на стварна места и просторе (које немају прилику да посете и виде уживо), 2) за визуелизацију историјских догађаја (укључујући и оне који се односе на научна открића), и 3) у уметничким предметима, математици и енглеском језику. Око 16% (81 ученик) од оних учесника који су одговорили на отворена питања је пријавило и одређене непријатности са применом НМД уређаја, као што су: 1) појачано знојење или осећај анксиозности, 2) ошамућеност, 3) главобоља и 4) осећај мучнине (Castaneda, Pasampara, 2018).

- Конканон и сарадници (Concannon et al., 2019) су извршили преглед објављених радова од марта 2013. до јануара 2019. године који се односе на примену нових НМД уређаја у послесредњошколском образовању. У анализу је укључено 119 радова. Највећи број радова се односио на област наука и технологија ($n = 52$), затим здравствене науке ($n = 49$), уметност и хуманистика ($n = 16$), војска и ваздухопловство ($n = 3$) и заједно различите дисциплине ($n = 4$). Од 119 укључених радова 38 је било истраживачког карактера, односно утицај НМД уређаја је био упоређен са применом десктоп рачунара или мобилног телефона и таблета у настави. У 35 (92,12%) истраживања, од 38 анализираних, су пријављени позитивни резултати примене имерзивне виртуелне реалности са НМД уређајима (Concannon et al., 2019).

Поред утврђивања ефикасности, за примену имерзивне виртуелне реалности у образовању се везују и одређена отворена питања која се односе на: педагошке основе VR

апликација и садржаја, затим како и које HMD уређаје интегрисати у наставни процес, када и са којим наставним садржајима их користити и како извршити евалуацију (Stojšić et al., 2019a).

Фовлер (Fowler, 2015) истиче да образовна виртуелна окружења морају да информишу кориснике о педагошким оквирима на којима се заснивају како би њихов дизајн и начин коришћења били јасни. Џонстон и сарадници (Johnston et al., 2018) су спровели истраживање како би утврдили на којим педагошким основама (теоријама) се заснивају доступне едукативне VR апликације. Резултати овог истраживања су показали да је *искусствено учење* најзаступљенија примарна педагошка основа код издвојених VR апликација ($n = 24$), а затим следе *учење путем открића* ($n = 4$), *конструктивизам* ($n = 3$), *директна инструкција* ($n = 2$) и *ситуациона когниција* ($n = 1$), док две апликације нису класификоване, а 22 апликације имају и секундарну педагошку основу (најчешће учење путем открића и конструктивизам). Исти аутори напомињу да је познавање педагошке основе VR апликација кључно при интеграцији ове образовне технологије у наставни процес, али да је исто тако важно како ће их наставници користити, односно да постоји могућност да наставници обогате VR искуства са додатним материјалима како би подстакли рефлексију наученог (Johnston et al., 2018). Миноча и сарадници (Minocha et al., 2017) истичу да се најефикаснија примена имерзивне виртуелне реалности у образовању може постићи ако се ова технологија комбинује са мобилним апликацијама, блогovima, форумима и слично. Такође, у истраживању које су спровели Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a) у Републици Србији, наставници су пријављивали да су AR/VR апликације и садржаје најчешће комбиновали са одговарајућим онлајн алатима и штампаним наставним материјалима.

Према Брауну и Грину (Brown, Green, 2016), Кокрану (Cochrane, 2016) и Стојшићу и сарадницима (Stojšić et al., 2016) најповољнија опција за интеграцију имерзивне виртуелне реалности у наставу је кроз употребу HMD уређаја који раде са одговарајућим мобилним уређајима²¹⁶, јер рачунари у школама у већини случајева не испуњавају минималне захтеве *Oculus Rift*-а или *HTC VIVE*-а. Слично, Олмос и сарадници (Olmos et al., 2018) истичу да је економично улагати у HMD уређаје који раде уз помоћ паметних телефона и да су они погодни за употребу у учионици, док Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a) издвајају и самосталне уређаје (као што су: *ClassVR*, *Oculus Go*, *Oculus Quest* и слични) као пригодне за образовне установе. Мого и сарадници (Mogo et al., 2017) су упоредили перформансе два HMD-а (*Oculus Rift*-а [који ради уз помоћ рачунара] и *Samsung Gear VR*-а [који ради уз помоћ паметног телефона]). Направљене су две групе од по 20 студената. Прва је користила *Oculus Rift*, док је друга група користила *Samsung Gear VR* како би научили лекцију и урадили тест (који је оцењивао пренос знања) о анатомији кичме. Резултати теста су у обе групе били исти (није утврђена статистички значајна разлика), али су студенти који су користили *Gear VR* (HMD који ради уз помоћ Самсунг мобилног телефона) доживели више симптома сајбер болести (нарочито дезоријентацију и замагљен вид). Међутим, сви учесници (без обзира на коришћен HMD уређај) су оценили имерзивно учење као покретачко и забавно. Аутори су закључили да приступачнији HMD уређај (*Samsung Gear VR*) може бити подједнако ефикасан као и напредни *Oculus Rift* за поучавање и учење медицинских и здравствених наука (будући да симптоми сајбер болести нису драматично утицали на ниво уочене корисности овог алата и искуство и степен уживања студената при

²¹⁶ У тренутку писања ове дисертације *Google Cardboard* је најприступачнији HMD уређај и платформа за имерзивну виртуелну реалност за употребу у школи, јер може да ради са већим бројем модела паметних мобилних телефона (видети Brown, Green, 2016; Stojšić et al., 2016).

учењу) (Moro et al., 2017). У сличном истраживању, Селзер и сарадници (Selzer et al., 2019) су поредили ефикасност десктоп система и два уређаја за имерзивну виртуелну реалност (*Oculus Rift*-а и *Google Cardboard*-а) на узорку од 42 факултетска студента (по 14 у свакој групи). Резултати овог истраживања показују да јефтине НМД уређаји (типа *Google Cardboard*) могу бити једнако ефикасни као и *Oculus Rift*, јер није забележена статистички значајна разлика у исходима учења. Такође, истраживање је показало да је имерзивана виртуелна реалност (без обзира на коришћен НМД уређај) ефикаснија од десктоп система. Аутори закључују да су јефтине НМД уређаји есенцијални за ширу интеграцију имерзивне виртуелне реалности у наставни процес, иако учесници који су користили ове уређаје пријављују највиши ниво симптома симулацијске болести (енгл. *simulation sickness*) у поређењу са друге две групе (Selzer et al., 2019). У истраживању које је спровео Јап (Yap, 2016) коришћен је *Google Cardboard* и 360° видео путем којег је обрађен модул о историји Хаваја са ученицима деветог разреда. Сви ученици су били задовољни искуством коришћења *Google Cardboard*-а и резултати финалног теста су били значајно бољи у односу на иницијални, притом је 83% ученика истакло да верује да би им употреба имерзивне виртуелне реалности олакшала памћење градива из појединих предмета (Yap, 2016).

Беиленсон (Bailenson, 2018) наводи да је примерено користити имерзивну виртуелну реалност само у посебним приликама, односно за ситуације: 1) које нису могуће у реалном свету (на пример путовање кроз време); 2) које нису безбедне (за све врсте обука код којих постоје безбедносни ризици [на пример: обуке пилота, ватрогасаца, војника и других професија]); 3) које су скупе, захтевају превише времена и/или нису доступне; и 4) које показују последице одређеног нежељеног понашања (са циљем утицања на позитивну промену). У контексту образовања, Лиу и сарадници (Liu et al., 2017) издвајају четири типа (која нису узајамно искључива) примене технологије виртуелне реалности, и то су: 1) за опсервационо учење (имерзивна искуства могу омогућити боље разумевање наставних садржаја, као и различитих временских и просторних перспектива); 2) за оперативно учење (виртуелна окружења се могу користити као платформе за тактилно и кинетичко учење и омогућавају сигурно окружење за вежбу које обезбеђује тренутне повратне информације), 3) за социјално учење (ова технологија омогућава интеракцију и сарадњу у симулираном окружењу) и 4) за научна истраживања (технологија виртуелне реалности је у стању да симулира различите научне и инжењерске експерименте и може да смањи ризике и трошкове истраживања).

Пантелидис (Pantelidis, 2009) напомиње да је потребно пажљиво бирати наставне садржаје, јер није прикладно користити виртуелну реалност за све наставне циљеве и целокупно градиво. Исти аутор предлаже модел од десет корака за одређивање када користи ову технологију у образовању. Кораци један и три овог модела наглашавају важност разматрања карактеристика постављених циљева, док је у оквиру корака два и четири потребно утврдити разлоге зашто се баш виртуелна реалност користи за остваривање тих специфичних циљева (као и која врста имерзивности и интеракције је потребна и које су главне предности примене). Избор одговарајуће VR опреме и дизајна виртуелног окружења је обухваћено корацима пет и шест, док се кораци седам, осам, девет и десет односе на коришћење континуираног циклуса евалуације (Pantelidis, 2009). Према Вишванату и сарадницима (Vishwanath et al., 2017) мобилна имерзивна виртуелна реалност се може интегрисати у курикулум на четири начина: 1) да покаже стварне феномене; 2) да илуструје апстрактне појмове; 3) ради вршења упоређивања (на пример од ученика се може тражити да упореде различите екосистеме, типове климе, облике рељефа, културе, системе управљања и слично); и 4) да подстакне интересовање.

Поједини радови (видети Graziano, 2017; Graziano, Daley, 2017; Stojšić et al., 2019a) указују да наставници при евалуацији наставних активности са имерзивним технологијама могу користити САМР модел (видети Puentedura, 2013, 2015). Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a) напомињу да наставне активности (у којима се користи технологија виртуелне реалности) треба да превазилазе ниво супституције поменутог модела. Шут и сарадници (Shute et al., 2017) истичу да коришћење имерзивних окружења за учење (као што су игре и симулације) ствара неупоредиво више могућности за праћење напредовања ученика у поређењу са предавачком наставом. Исти аутори наводе да је потребно анализирати и моделовати прикупљене податке о активностима и учинку ученика и да се у ту сврху најчешће користи Беџијанска мрежа (енгл. *Bayesian Network*) (Shute et al., 2017).

Бејкер и сарадници (Baker et al., 2009) истичу да се жеља студената да испробају и користе нове технологије за учење мора узети у обзир када се планира укључивање виртуелних окружења у наставу. Истраживања углавном показују да ученици и студенти имају позитивни став према виртуелној реалности и да већина жели да користи ову образовну технологију (видети Baxter, Hainey, 2019; Domingo, Gates Bradley, 2018; Ip, Li, Leoni et al., 2019; Jensen, Konradson, 2018; Mikropoulos, Natsis, 2011; Hew, Cheung, 2010).

Осим у оквиру редовне наставе у школама и високошколским установама, десктоп и имерзивна виртуелна реалност се могу користити и кроз хибридную наставу или учење на даљину (видети Ip, Li, Leoni et al., 2019; Kavanagh et al., 2017; Liu et al., 2017; Monahan et al., 2008; Chalil Madathil et al., 2017). Такође, ова технологија се може употребити и за професионални развој наставника (видети Dieker et al., 2015; Stavroulia, Lanitis, 2017; Stavroulia et al., 2018, 2019).

Истраживања указују да технологија виртуелне реалности може бити корисна и у раду са ученицима са посебним потребама²¹⁷ (видети Bradley, Newbutt, 2018; Buzio et al., 2017; Jeffs, 2009; Newbutt et al., 2020; Parsons, Cobb, 2011; Politis et al., 2019; Freina, Canessa, 2015), а када се примењује кроз терапију излагањем (енгл. *VR exposure therapy*) може смањити симптоме социјалне фобије, односно анксиозност у вези са школом²¹⁸ (видети Alsina-Jurnet et al., 2007; Botella et al., 2017; Valmaggia et al., 2016; Gutiérrez-Maldonado et al., 2009; Maples-Keller et al., 2017). Такође, у ову групу спада и страх од јавног наступа (енгл. *public speaking*) и данас за превазилажење ове фобије постоје и апликације за паметне телефоне које раде са мобилним НМД уређајима (што омогућава ученицима да овај ресурс имају и код куће) (Stupar-Rutenfrans et al., 2017).

Треба напоменути да је виртуелна реалност моћан алат и у неформалном образовању, посебно у контексту учења у музејима (видети De Simone et al., 2017; Rae, Edwards, 2016; Roussou, 2000; Hall et al., 2001). Такође, поједни музеји у Републици Србији (као што су *Музеј Николе Тесле*²¹⁹ у Београду и *Народни музеј Шабац*²²⁰) имају имерзивне VR садржаје у својој понуди.

²¹⁷ Посебно у раду са ученицима аутистичног спектра.

²¹⁸ Школска фобија је повезана са различитим догађајима у вези са школом, као што су: малтретирање од стране вршњака, критиковање од стране наставника пред целим разредом, страх од излагања или тестирања и других облика провере знања и слично (Gutiérrez-Maldonado et al., 2009).

²¹⁹ <http://www.doziviteslu.com/>

²²⁰ <http://podrinske.com/besplatna-virtuelna-setnja-kroz-sabac-krajem-15-veka/>

ИЗАЗОВИ У ПРОЦЕСУ ИНТЕГРАЦИЈЕ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И BYOD ИНИЦИЈАТИВА²²¹

Даниела (Daniela, 2019) наводи да настава треба да буде занимљива ученицима, али то не значи да треба уводити нове технологије у наставни процес само због њихове „интересантности“, јер то може да угрози метакогнитивни развој ученика, односно они уместо да своју пажњу посвете наставним садржајима могу бити фасцинирани и фокусирани само на саму технологију. Гандолфи (Gandolfi, 2018) истиче да није оправдано користити проширену и виртуелну реалност само због „Wow“ ефекта и да је пре интеграције ових технологија у наставну праксу потребно пажљиво сагледати неколико питања као што су: трошкови, припрема наставника, педагогија и наставни садржаји. Поред наведених питања, Пантелидис (Pantelidis, 2009) наглашава и безбедносне и здравствене ризике, као и одбојност према новим технологијама као могуће изазове при интеграцији виртуелне реалности. Међутим, пре свега је потребно сагледати да ли законски прописи регулишу и дозвољавају примену мобилних и имерзивних технологија у наставне сврхе.

ЗАКОНСКИ ПРОПИСИ

Ристић и Мандић (2018) су анализирали *Закон о основном образовању и васпитању* (Службени гласник РС, број 55/2013) и друге националне стратешке документе који се тичу образовања и закључили су да они не спречавају укључивање мобилног учења у формално образовање и да представљају добар оквир за интеграцију и примену мобилних уређаја у основним и средњим школама и високошколским установама у Републици Србији. Међутим, ово питање у пракси није једноставно, јер је на нивоу школе често регулисано и школским правилницима (Stojšić, Ivkov-Džigurski, Đukićin Vučković et al., 2019).

ТРОШКОВИ

Већина школа не располаже потребном опремом да би се имерзивне технологије користиле у наставном процесу, иако цене уређаја падају (Gandolfi, 2018). Међутим, истраживања рађена у Републици Србији (видети Kőrösi, Esztelecki, 2015; Milošević et al., 2015; Popadić, Kuzmanović, 2013) указују да наставници и ученици у знатном броју поседују и користе мобилне уређаје. Ристић и Мандић (2018) истичу да је на Академску мрежу Србије повезано више од 1.500 основних и средњих школа и да је паметан мобилни телефон више рачунар него телефон, односно да се коришћењем ових уређаја и одговарајућих апликација могу превазићи (бар донекле) дугогодишњи проблеми образовних установа везани за недостатак наставних средстава. На основу представљених истраживања може се закључити да постоји могућност за укључивање BYOD концепта у наставни процес, ако не кроз 1:1 (мобилни уређај за сваког ученика), онда кроз групни облик рада.

Понеси свој уређај (или BYOD) може бити алтернативна стратегија за интеграцију имерзивних технологија у којој ученици (студенти) користе своје мобилне уређаје (на пример таблете и паметне мобилне телефоне) за наставне активности на часовима. Овај приступ је посебно практичан за образовне установе којима недостају ресурси и опрема. Такође, све је већи број школа (широм света) које се прикључују BYOD (или BYOT [енгл.

²²¹ Предлог интеграције имерзивних технологија је обрађен у оквиру засебног дела ове дисертације (видети *Предлог интеграције и примене имерзивних технологија у географском образовању*).

bring your own technology]) иницијативи (видети Arnold, 2015; Kőrösi, Esztelecki, 2015; McLean, 2016; Yap, 2016). Међутим, овај приступ доводи до промена у наставном процесу и мења понашање ученика. Ова промена може бити позитивна (у виду унапређеног учења), али и негативна (ако се уређаји користе неприкладно) (Livas et al., 2019). Више о имплементацији BYOD концепта (односно о питањима која се односе на постављање правила, комуникацију свих заинтересованих страна [енгл. *stakeholders*], као и о ризицима везаним за сигурност и приватност) видети у: Ackerman и Krupp (2012), Janssen и Phillipson (2015), Livas et al. (2019), McLean (2016), Parsons и Adhikari (2016) и Saa et al. (2017).

Џонстон и сарадници (Johnston et al., 2019) истичу да трошкови интеграције имерзивне виртуелне реалности не морају да буду високи ако се користе паметни мобилни телефони (на пример кроз BYOD приступ) и *Google Cardboard* уређаји, као и да постоји одређен број бесплатних VR апликација које се могу искористити. Међутим, исти аутори истичу да ако се набављају други HMD уређаји (као што су: *Samsung Gear VR*, *Oculus Rift* и слични) трошкови могу бити врло високи (Johnston et al., 2019).

ПРИПРЕМА НАСТАВНИКА

Бројни аутори се слажу да је неопходно организовати обуке како би се наставници (и будући наставници) обучили за коришћење проширене и виртуелне реалности у наставном процесу (Graziano, 2017; Liu et al., 2017; Olmos et al., 2018; Stojšić et al., 2016), јер је стварна примена имерзивних технологија у учионици повезана са спремношћу наставника да интегрише ове технологије у своју наставну праксу (Graziano, 2017; Graziano, Daley, 2017).

Џонстон и сарадници (Johnston et al., 2019) наглашавају да је набавка опреме и обезбеђивање стабилне интернет конекције предуслов, али и да су компјутерска писменост и развијене дигиталне компетенције наставника и ученика неопходне како би се VR апликације успешно интегрисале у постојећи курикулум и наставну праксу.

Гандолфи (Gandolfi, 2018) издваја припрему наставника као кључну, јер само добро припремљени и компетентни наставници могу ефикасно да одговоре на етичка питања, техничке проблеме и друге изазове које доносе имерзивне технологије. Међутим, исти аутор истиче да наставници углавном нису довољно припремљени да успешно искористе предности ових технологија у процесу наставе. Такође, Гандолфи и сарадници (Gandolfi et al., 2018) наводе да наставници не би требало да се ослањају само на доступне комерцијалне AR апликације, него да се посвете истраживању алата који им омогућавају да самостално израђују аугментоване садржаје који одговарају наставним активностима.

Анђелковић (2016), на основу резултата истраживања са 250 наставника основних и средњих школа на територији јужне и централне Републике Србије, закључује да наставници високо самопроцењују своју спремност да примене савремене медије у школи, али да наставници који се служе енглеским језиком и који своје знање рада на рачунару процењују као добро или веома добро пријављују већи степен оспособљености и у већој мери и учесталије користе нове медије приликом организовања наставе.

Резултати истраживања, које су спровели Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a), показују да поједини иновативни и компетентни наставници у Републици Србији успешно користе BYOD приступ да интегришу виртуелну и/или проширену реалност у наставни процес, али да подршка (директора, других наставника, ученика и родитеља) игра значајну улогу у почетној фази.

ПЕДАГОГИЈА И НАСТАВНИ САДРЖАЈИ

Конструктивистичке наставне стратегије, као и искуства из онлајн учења и наставе применом десктоп виртуелне реалности могу послужити у процесу интеграције проширене и имерзивне виртуелне реалности (Gandolfi, 2018). Теорија учења потпомогнутог технологијом се интензивно развија и новији радови из ове области укључују и примену имерзивних технологија. Добро познавање теорија које подржавају примену ових технологија олакшава наставнику њихову интеграцију, примену и евалуацију (Stojšić, Ivkov-Džigurski, Đukićin Vučković et al., 2019). При одабиру наставних садржаја са којима ће применити имерзивне технологије, наставник би требало да крене од образовних стандарда и жељених исхода (Stojšić et al., 2016), односно од модела који је предложио Пантелидис (Pantelidis, 2009), док се за евалуацију планираних активности може користити САМР модел (видети Puentedura, 2013, 2015). Керавала и сарадници (Kerawalla et al., 2006) предлажу да садржај одабраних апликација буде флексибилан тако да га наставници могу прилагодити својим потребама, да буде усклађен са циљевима и исходима наставе и да омогућава наставнику да преузме вођење искуства како би учење било максимизирано.

БЕЗБЕДНОСНИ И ЗДРАВСТВЕНИ РИЗИЦИ И ОГРАНИЧЕЊА

Папанастасиоу и сарадници (Papastasiou et al., 2019) истичу да коришћење AR/MR/VR HMD уређаја може да изазове симптоме сајбер болести, осећај мучнине, главобољу, напрезање очију, дезоријентацију, вртоглавицу и сличне негативне ефекте. Полцар и Хорејши (Polcar, Horejsi, 2015) су истраживали ефекте различитих виртуелних окружења на стицање знања, али су контролисали и симптоме сајбер болести при учењу путем рачунара (неимерзивна/десктоп виртуелна реалност), затим применом стереоскопске зидне пројекције са 3Д наочарима (врста CAVE система) и са *Oculus Rift*-ом (верзија „DK2“). У истраживању је учествовало 45 студената и резултати су показали да стереоскопска зидна пројекција највише изазива симптоме сајбер болести, такође *Oculus Rift* је код учесника изазивао знатан ниво непријатност и мучнине, а најмањи степен ових симптома је забележен са применом рачунара (Polcar, Horejsi, 2015). Треба истаћи да је неопходно дезинфиковати HMD уређај пре и после сваке употребе како би се избегла опасност преношења заразних болести као што је коњуктивитис (Donally, 2018).

Већина нових HMD уређаја је намењена особама старијим од 13 година (Southgate et al., 2016), док се уређаји типа *Google Cardboard* могу користити са децом старијом од седам година²²² уз контролу одраслих (Stojšić et al., 2016). Препоручљиво је имерзивну виртуелну реалност користити ограничено, до 15 (Southgate et al., 2019) или 20 минута континуирано (Bailenson, 2018).

Истраживања указују да се проширена реалност у институције формалног образовања најчешће интегрише кроз примену са мобилним уређајима (као што су таблети и паметни телефони). Кузнекоф и сарадници (Kuznekoff et al., 2015) указују да ефекат мобилних уређаја у учионици зависи од начина њиховог коришћења, односно да ови уређаји могу утицати негативно на исходе учења ако се користе за активности које нису везане за час. Такође, ученици могу постати претерано зависни од својих паметних мобилних телефона, што може да доведе и до опсесије (Anshari et al., 2017). Гандолфи и

²²² Merge Headset је за децу старију од осам година (<https://mergevr.com/headset>).

сарадници (Gandolfi et al., 2018) истичу да ако се AR апликације користе изван школе (на пример на терену или локалној средини) постоји опасност да ученици изгубе свест о окружењу у којем се налазе и да на тај начин доведу себе у опасност.

Џонстон и сарадници (Johnston et al., 2019) наводе да су постојеће учионице и/или дигитални кабинети довољни да се настава организује са технологијом имерзивне виртуелне реалности, међутим напредни системи као што су *Oculus Rift* и *HTC VIVE* захтевају посебан наменски простор (Southgate et al., 2019).

Према Саутгејт и сарадницима (Southgate et al., 2019), пре интеграције напредних НМД уређаја потребно је посебну пажњу посветити етичким и безбедносним питањима, односно затражити дозволе (школе и родитеља или старатеља) и анкетирати ученике (о претходним искуствима са технологијом имерзивне виртуелне реалности и у вези са учесталом појавом осећаја мучнине²²³). Такође, потребно је припремити простор и направити постер (са правилима понашања када се у настави користе НМД уређаји), као и упознати ученике са начином рада и коришћења имерзивне виртуелне реалности у образовне сврхе (Southgate et al., 2019).

Треба напоменути да учење у дигиталном окружењу прате и други етички изазови везани за сигурност, приватност и дигиталне отиске (више о овој теми видети у Buchanan et al., 2019).

ОДБОЈНОСТ ПРЕМА НОВИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА

Наставници се разликују према нивоу ентузијазма да науче и примене нове технологије (Baker et al., 2009). Алхатаби (Alkhatabi, 2017) издваја, на основу истраживања са 200 наставника у Саудијској Арабији, одбојност и опирање променама (заједно са недостатком ИКТ вештина и одговарајуће инфраструктуре) као једну од главних препрека за примену AR апликација у основним школама. Короши и Естелецки (Kőrösi, Esztelecki, 2015), на основу резултата истраживања о коришћењу паметног телефона у школама у Војводини (у којем је учествовало 455 ученика основних и средњих школа и 49 наставника), истичу да већина наставника не подржава примену ових уређаја у настави. Међутим, исти аутори напомињу да ученици (71,8%) и наставници (45,8%) који поседују и користе паметне телефоне у већини подржавају њихову примену на часовима (Kőrösi, Esztelecki, 2015).

²²³ У ту сврху се може користити *Упитник симулаторске болести* (енгл. *Simulator Sickness Questionnaire – SSQ*; Kennedy et al., 1993).

КАРАКТЕРИСТИКЕ И СПЕЦИФИЧНОСТИ НАСТАВЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Историјски посматрано, заступљеност географије као наставног предмета у основним и средњим школама се често мењала и по обиму и по распореду по разредима (Ивков, 2002). Географија има општеобразовни карактер, али се данас не посматра само као предмет опште културе, него се посебно наглашава њена практична примена кроз развијање ученичких међупредметних компетенција (видети Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2013) и у склопу школских, националних и међународних STEM пројеката. Стојшић и Томић (2014) наглашавају значај географског знања, вештина и начина мишљења у XXI веку, како за разумевање глобалних токова, тако и за решавање изазова и проблема на локалном нивоу.

Садржина географског образовања се може поделити у три групе (према Romelić, 2004; Ромелић et al., 2010; на основу Ђере, 1982), односно на:

1. Стварно географско знање – представља основни циљ наставе географије и обухвата:

а) *Географске чињенице* – се односе на знања о географским објектима (основна јединица у географској средини), појавама, процесима и односима. Представљају основно мерило информационе оптерећености ученика (Romelić, 2004) и њиховим савладавањем ученици стичу фундаменталну основу неопходну за разумевање и правилно расуђивање о појавама и процесима у природи, али и о економским, политичким и културним дешавањима у земљи и свету (Милошевић, 2016). Највећи део географских чињеница ученици усвајају при обради физичкогеографских и друштвеногеографских наставних садржаја (Romelić, 2004).

б) *Географске везе* – представљају суштину географске науке (јер би без њих географија била само скуп систематизованих чињеница) и могу бити:

- Просторне или топографске – произилазе из позиције (у географском координатном систему) или из међусобног просторног односа објеката и појава.

- Каузалне – су узрочно-последичне везе, односно имају логички карактер.

Географске везе се могу поделити и на *унутрашње* (у оквиру једне географске просторне целине) и *спољашње* (делују између географских целина), као и на *директне* (непосредна повезаност) и *индиректне* (посредна повезаност, односно веза две појаве се остварује посредством треће) (Romelić, 2004). Такође, географске везе се могу разврстати и као: физичкогеографске везе (зоналне или азоналне), везе између природне средине и друштва и друштвеногеографске везе (Ромелић et al., 2010).

в) *Географске законитости* – представљају најопштије везе и организацију географских чињеница на највишем нивоу, и могу бити:

- Опште – односе се на цео географски омотач.

- Посебне – делују у ужим оквирима, односно везане су за одређену геосферу (атмосферу, литосферу, хидросферу, педосферу и биосферу) или посебну друштвену и привредну средину.

Познавање и разумевање суштине географских законитости је од великог значаја за ученике, јер се растеређује механичко памћење градива (Ромелић et al., 2010).

2. Географски начин мишљења – произилази из начина на који географска наука приступа проучавању стварности и основне карактеристике су (према Romelić, 2004, Ромелић et al., 2010; Ромелић, Ивановић Бибић, 2015):

а) *Уочавање просторности* – произилази из чињенице да је простор основна категорија географског поимања света. Просторност се испољава кроз два облика, односно сваки географски објекат има своје димензије, али се такође налази и у одређеној просторној позицији у односу на друге објекте. Ученици просторност уочавају коришћењем географских карти, у локалној средини, као и на географским екскурзијама.

б) *Комплексност посматрања* – се састоји у томе да се елементи географске стварности не посматрају изоловано, напротив географски објекти, појаве и процеси се запажају у својој сложености и повезаности.

в) *Способност откривања каузалних веза* – се заснива на уочавању узрочно-последичних веза између географских објеката, појава и процеса.

г) *Уочавање разноврсности* – се односи на запажање разноликости географских објеката, појава, процеса и просторних целина. Поред разумевања, потребно је уочене разлике објаснити природним, историјским, друштвено-економским или другим факторима.

д) *Утврђивање индивидуалности* – је проналажење индивидуалних (особених) обележја географских регија, држава или објеката. Како би се добила општа слика потребно је истаћи и логички повезати индивидуална обележја.

ђ) *Генетски приступ* – се заснива на чињеници да је географска стварност изложена сталним променама (све се мења, настаје и нестаје), односно представља динамичан феномен са израженом временском димензијом.

е) *Способност систематизовања географских чињеница, веза и законитости* – је битно својство географског начина мишљења и заснива се на њиховом сврставању у одређене појмовне категорије (Romelić, 2004, Ромелић et al., 2010; Ромелић, Ивановић Бибић, 2015).

3. Корисно умење и навике – се односе на читав низ практичних вештина и навика које ученици треба да стекну учећи географију. Настава географије омогућава ученицима да (према Милошевић, 2016; Romelić, 2004; Ромелић, Ивановић Бибић, 2015):

а) *Самостално користе карте* – односно овладају читањем општегеографских, тематских и специјалних карата, као и да развију способност просторне оријентације.

б) *Користе статистички материјал* – што подразумева разумевање квантитативних показатеља у тексту, табелама и графиконима. Такође, ученици треба да знају како да израде једноставније статистичке табеле, графиконе, дијаграме, картограме и слично.

в) *Развију способности посматрања, интерпретације простора, упоређивања и закључивања.*

г) *Користе различите инструменте* – као што су: компас, ГПС уређај, термометар и слично.

д) *Овладају коришћењем наставних и помоћних техничких средстава* – пре свега се односи на вештину проналажења и коришћења чињеница и података из различитих извора (уџбеника, радне свеске, атласа, енциклопедија, путописа, слика, филмова, образовних софтвера, интернета и слично), као и на познавање примене рачунарских уређаја (Милошевић, 2016; Romelić, 2004; Ромелић, Ивановић Бибић, 2015).

Поред наведеног треба поменути и развијање еколошке свести и одговорног понашања према природи (видети Ромелић, Ковачев, 2009).

Географија је обавезан и самосталан наставни предмет у оквиру другог циклуса основног образовања (од петог до осмог разреда) у Републици Србији. *Образовним стандардима за крај обавезног образовања за наставни предмет Географија* (Ромелић et al., 2010) дефинисани су стандарди у оквиру четири области и три нивоа постигнућа. Издвојене области су:

1. Географске вештине – представљају скуп знања и вештина које ученици треба да усвоје учећи географију у оквиру обавезног образовања. Односе се на: познавање оријентације у простору, коришћење географске карте и статистичког материјала, затим на правилно географско посматрање и интерпретацију простора, као и на руковање различитим мерним инструментима.

2. Физичка географија – обухвата математичкогеографске (на пример: положај Земље у васиони и Сунчевом систему, ротација и револуција и последице ових кретања) и опште физичкогеографске садржаје који су систематизовани по геосферама (атмосфера, литосфера, хидросфера и биосфера). У оквиру ових садржаја обрађује се и утицај људског рада на животну средину и искоришћавање природних ресурса, што се може искористити за формирање еколошке свести и културе ученика. Програмске садржаје из физичке географије је могуће реализовати у корелацији са физиком, хемијом и биологијом.

3. Друштвена географија – обухвата садржаје који се односе на становништво, насеља и привреду. Познавање ових програмских садржаја (на пример: распоред становништва на земљи, миграције, међународне организације и привредне гране) води ка бољем разумевању савременог света, друштвеноекономских појава, процеса и токова развоја.

4. Регионална географија – обједињује резултате посебних географских дисциплина везане за конкретан простор. Кроз учење регионалногеографских садржаја ученици целовито сагледавају одређен простор (континент, регију или државу), притом уочавају његову разноврсност, али и индивидуална обележја. Посебно је значајна обрада градива које се односи на националну географију и географију локалне средине (Ромелић et al., 2010).

У оквиру сваке од издвојених области дати су стандарди на три нивоа постигнућа. Стандарди су искази који описују шта један ученик/ца треба да зна и уме на одређеном нивоу школовања и нивоу постигнућа. Требало би да више од 80% ученика достигне стандарде на основном, више од 50% на средњем, док би стандардима на напредном нивоу требало да овлада више од 25% ученика (Ромелић et al., 2010). Списак стандарда (за крај обавезног образовања за наставни предмет географија) се налази у оквиру Прилога 1 (Табела А1). Милошевић (2016) напомиње да је неопходно континуирано праћење напредовања ученика и остваривање постављених стандарда (који су обавезни за све основне школе) кроз уредно вођење ученичког портфолија (чији је саставни део педагошка свеска). Педагошку свеску је пожељно водити у електронској форми и на дневном нивоу уносити белешке које се односе на активност на часу, ангажовање, урађене домаће задатке и радове, оцене, дисциплину и слично. На овај начин наставник има јасан преглед из којих области ученици имају потешкоће и на ком нивоу знања, умења и вештина се према стандардима налазе (Милошевић, 2016).

Географија је у средњошколском образовању различито заступљена у зависности од врсте школе, односно смера гимназије и образовног профила стручне школе. *Опитим стандардима постигнућа за крај општег средњег и средњег стручног образовања и васпитања у делу општеобразовних предмета за предмет Географија* (Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2015) дефинисане су опште и специфичне

предметне компетенције и стандарди у оквиру четири области и три нивоа постигнућа. Издвојене области су:

1. Географске вештине – се односе на знања и практичне вештине (као што су: познавање система за глобално позиционирање, практично коришћење аналогних и дигиталних географских карти и ГИС-а, руковање различитим мерним инструментима, коришћење и обрада статистичког материјала, познавање методологије истраживачког рада на терену и интерпретација простора) којима ученици треба да овладају учењем овог предмета. Поменуте вештине су основа за разумевање свих аспеката географске науке и имају општеобразовни значај. Наставне садржаје који се односе на усвајање географских вештина треба реализовати у корелацији са другим предметима, као што су: математика, информатика, физика, астрономија и ликовна култура.

2. Природни услови и ресурси – је област која се односи на математичкогеографске и физичкогеографске садржаје које ученици треба да усвоје. Математичкогеографско знање обухвата садржаје који се односе на: свемир; постанак, особине и законитости васионских тела; положај Земље у Сунчевом систему; геохронолошки развој Земље и њен однос са другим телима у васиони. Физичкогеографски садржаји се односе на систематизоване чињенице, везе и законитости по геосферама (атмосфера, литосфера, хидросфера и биосфера) и у фокусу је коришћење природних ресурса и њихов значај за економски развој, затим концепт одрживог развоја и еколошки проблеми на глобалном и локалном нивоу. Градиво које се односи на природне услове и ресурсе је могуће реализовати у корелацији са: математиком, физиком, астрономијом, хемијом и биологијом.

3. Друштвена географија – се односи на знања о становништву, насељима и привреди. Ова област обухвата садржаје који се односе на: историјско-географске и друштвене факторе и њихов утицај на размештај становништа, насеља и привреде у Републици Србији и земљама у окружењу; савремене глобалне проблеме и њихов утицај на светску и националну економију; и глобално и национално тржиште и факторе који утичу на њихов развој.

4. Национална географија и регионални развој – се односи на обележја, специфичности и проблеме регија у Републици Србији, односно обухвата садржаје као што су: географски положај и физичкогеографске и друштвеногеографске карактеристике локалне средине и Републике Србије; регионални развој и трансформација регија; природна и културна добра; и геодиверзитет, биодиверзитет и заштићена подручја у Републици Србији (Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2015).

У оквиру сваке од издвојених области дати су стандарди на три нивоа постигнућа. Стандарди на основном нивоу дефинишу компетенције (знања, вештине и ставове) које би ученик требало да поседује како би продуктивно учествовао у различитим областима живота, док је достизање стандарда на средњем нивоу потребно ученицима да би успешно наставили са академским образовањем у различитим областима. Напредне компетенције су неопходне ученицима да би школовање наставили у областима у којима географске компетенције представљају важан услов. Поред општепредметне дефинисане су и две²²⁴ специфичне компетенције за предмет географија, обе на три нивоа постигнућа (Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2015). Листа стандарда (за крај општег средњег и средњег стручног образовања и васпитања за наставни предмет географија) се налази у оквиру Прилога 1 (Табела А2).

²²⁴ Специфичне предметне компетенције су: 1) *Примена географских вештина за организовање активности у простору и времену* и 2) *Коришћење географских знања за активно и одговорно учење у животу заједнице* (Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2015).

У процесу поучавања географских програмских садржаја користе се различита наставна средства. Баковљев (Bakovljević, 1998) дефинише наставна средства као природне предмете, моделе, макете, слике, апарате и друга учила и помагала која су одабрана, подешена или произведена за потребе наставе. Према Ромелићу (Romelić, 2004) могу се поделити у две групе, односно на *очигледна средства* (или учила која се показују ученицима како би их они изучавали) и на *помоћна техничка средства*. На основу начина перципирања очигледна средства се деле на: 1) визуелна (као што су слике, цртежи, макете, модели и слично), 2) аудитивна (радио-емисије, звучни снимци и слично) и 3) аудиовизуелна (филмови, телевизијске емисије, мултимедијални програми, апликације и слично). Ученике је потребно научити да сврсисходно и ефикасно рукују и училима и наставним помагалима, а посебну пажњу је потребно посветити када се ради о новим, компликованим и ретко коришћеним средствима (Romelić, 2004).

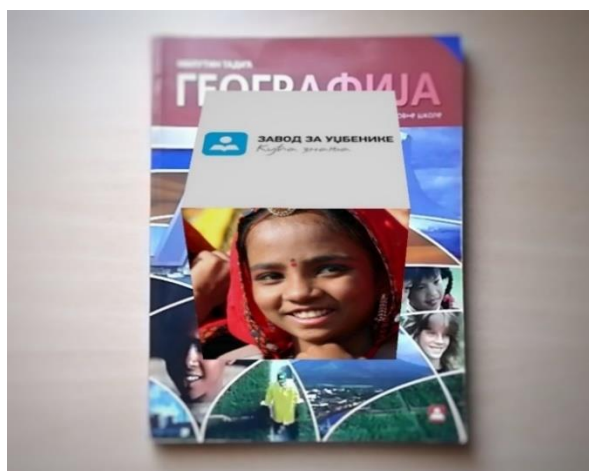
Како би успешно организовао час наставник мора пажљиво да одабере методе, технике и активности које су одговарајуће за област и садржај конкретног наставног градива, притом треба да процени и која расположива наставна средства ће бити најефикаснија (Милошевић, 2016). Ромелић (2005, 29) истиче да географску наставу треба заснивати на посматрању и да је посматрање „у основи сваке наставне ситуације у дидактичкој пракси географије“, јер свако сазнање извире из искуства. Вемић (2009) наглашава да је проблем визуелизације у настави географије једно од најзначајнијих питања, јер се визуелним путем стиче највећи проценат знања. Другим речима, све што се види се може представити на карти, односно карта је основа (темељ) учења овог школског предмета. Међутим, исти аутор напомиње да је примена карте и других визуелних средстава у наставној пракси запостављена и недовољна и да компјутерска технологија може да измени наставна средства (као што су: карте, атласи, глобуси и слично) кроз виртуелни геоприказ који у погледу перциптивних карактеристика може бити ефикаснији и прилагођенији новим генерацијама ученика од традиционалних учила (Вемић, 2009). Развој информационих технологија је омогућио и интензивирао масовну употребу интерактивних дигиталних карата и веб ГИС апликација у основношколској и средњошколској настави географије (Драшковић, 2013).

Треба истаћи да је у тренутку писања ове докторске дисертације у току процес дигиталне трансформације школског система у Републици Србији, који се поред унапређења ИКТ инфраструктуре, увођења електронских дневника, дигиталних уџбеника, нових предмета и бројних пројеката, одражава и на корекције у плановима и програмима (што се односи и на наставу географије и у основној и у средњој школи). Савремене информационе технологије учиниле су да се наставници и ученици нађу у знатно другачијим условима него пре пар деценија, односно јавља се потреба за мењањем и садржаја и метода рада (Вилотијевић, Вилотијевић, 2008). Ромелић (Romelić, 2004) напомиње да на квалитет наставе географије утичу у знатној мери иновације у наставној технологији (схваћеној као скуп наставних средстава и методско-организационих поступака). Укључивањем технологија проширене и виртуелне реалности у наставни процес (уз одговарајуће методске поступке и организацију) може се превазићи недостатак одређених физичких наставних средстава, смањити апстрактност и постићи чулно опажање и искуствено учење географских наставних садржаја.

ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ У НАСТАВИ И УЧЕЊУ ГЕОГРАФИЈЕ

Проширена реалност се у настави географије може применити кроз свих пет група (аугментоване књиге, аугментоване игре, учење путем открића, моделирање објеката и увежбавање вештина) које издвајају Јуен и сарадници (Yuen et al., 2011).

Поред примене у књигама (уџбеницима), проширена реалност заснована на маркерима се може употребити и са другим дводимензионалним визуелним наставним средствима као што су: радна свеска, школски атлас, неме карте, наставно-инструктивни листови, тестови и постери. За уџбеник „Географија за седми разред основне школе“ (Тадић, 2016) доступна је AR апликација²²⁵ путем које поједине странице „оживе“ приказујући додатане аудиовизуелне садржаје (Слика 24).



Слика 24. Географија за седми разред основне школе (Тадић, 2016)
Фото: Стојшић, И., 2019. године (сликано кроз AR апликацију која прати уџбеник)

Технологија проширене реалности (и она заснована на локацији и она заснована на маркерима) се може искористити у настави географије за организовање учења заснованог на игри (на пример кроз аугментоване друштвене игре [енгл. *board game*] и геокешинг [енгл. *geocaching*]) (видети Patricio et al., 2018; Pinto et al., 2017; Pombo et al., 2018, 2019; Szymczyk et al., 2018; Chang et al., 2016). Такође, ова технологија може да се имплементира у различите дидактичке моделе, као што су: настава путем открића, проблемска настава и кооперативно учење (видети Klorfer, 2008; Куза, Georgiou, 2019; Clough, 2010).

Значајне могућности примене проширене реалности су при моделовању и приказу различитих географских објеката, појава и процеса и у ту сврху аугментован сандук са песком (енгл. *AR Sandbox*) може бити посебно користан. *AR Sandbox*²²⁶ (Слика 25) је настао на Универзитету Калифорније у Дејвису и јавности је представљен 2012. године. Представља сандук са песком који омогућава корисницима да праве топографске моделе обликујући песак, притом се у реалном времену мења аугментован приказ који се односи на рељеф (метод боја) и изохипсе. Такође, могућа је и симулација воде. За израду су поред сандука са песком потребни пројектор и *Microsoft Kinect* дубински сензор, док се упутства за израду и потребан софтвер налазе на званичној страници пројекта:

²²⁵ Апликација је доступна на: <http://www.knjizara.zavod.co.rs/geografija-za-sedmi-razred-osnovne-skole>

²²⁶ <https://arsandbox.ucdavis.edu/>

<https://arsandbox.ucdavis.edu/instructions/>. На овај начин је могуће унапредити искуство учења физичкогеографских наставних садржаја (Vaughan et al., 2017; Jackson et al., 2019; Woods et al., 2016). У Републици Србији у тренутку писања ове дисертације постоје два аугментована сандука са песком, један у просторијама Српске академије наука и уметности у Београду и други у ОШ „Свети Сава“ у Кикинди (<https://arsandbox.ucdavis.edu/>).



Слика 25. AR Sandbox

Извор: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ARSandbox_Dickinson_ND.jpg, CC BY-SA 4.0

Проширена реалност се може искористити за креирање и организовање активности које имају за циљ унапређење и увежбавање географских вештина као што су читање карте (видети de A. Pereira et al., 2018; Carbonell Carrera et al., 2017) и просторна оријентација (видети Ramos et al., 2018; Carbonell Carrera, Bermejo Asensio, 2017). Поред поменутог, треба истаћи да постоји могућност да се ова технологија примени у реализацији теренског рада и наставних екскурзија (видети Priestnall et al., 2019). Такође, постоји веза проширене реалности и ГИС-а, односно ARGIS означава коришћење ове технологије за визуелизацију ГИС садржаја (Kamel Boulos et al., 2017), што је посебно применљиво у оквиру просторног и урбаног планирања у контексту паметног града (Ramos et al., 2018).

Литература указује да се ова технологија може применити при поучавању и учењу различитих географских наставних садржаја²²⁷, вештина и ставова, као што су: *математичка географија* (видети Patricio et al., 2018; Sin, Zaman, 2010; Shelton, Hedley, 2002; Woods et al., 2004), *картографија* и *вештина просторне оријентације* (видети de A. Pereira et al., 2018; Ramos et al., 2018; Carbonell Carrera, Bermejo Asensio, 2017; Carbonell Carrera et al., 2017; Werner, 2019), *физичка географија* (видети Bursztyn, Shelton et al., 2017; Bursztyn, Walker et al., 2017; Vaughan et al., 2017; Jackson et al., 2019; Turan et al., 2018; Carbonell Carrera et al., 2018; Woods et al., 2016), *културно и историјско наслеђе* (видети Lasko, 2019; Pinto et al., 2017; Szymczyk et al., 2018; Chang et al., 2015), *геоекологија* и *развијање еколошке свести* (видети Kyza, Georgiou, 2019; Lin et al., 2011; Pombo, Marques, 2019; Pombo et al., 2018, 2019; Prophet et al., 2018; Chang et al., 2016) и *геохазарди* и *управљање катастрофама и ванредним ситуацијама* (видети Asgary, 2017; Asgary et al., 2019). Резултати неких од истраживања су:

- Шелтон и Хедли (Shelton, Hedley, 2002) су спровели истраживање са студентима основних студија географије како би утврдили утицај примене технологије проширене реалности (са

²²⁷ Напомена: Географија није у свим образовним системима и нивоима образовања посебан и самосталан предмет, тако да су укључена пронађена истраживања и радови која се односе (или могу да се односе) на географске наставне садржаје.

маркерима и специјалним AR наочарима) при учењу садржаја који се односе на ротацију и револуцију и последице ових кретања. Студенти су прво одговарали на три питања како би се утврдило њихово предзнање, затим су имали могућност да испробају анимиране 3Д моделе Земље и Сунца и да опет одговоре на постављена питања. Резултати овог истраживања показују да су студенти унапредили своје знање и разумевање обухваћених математичкогеографских садржаја (Shelton, Hedley, 2002). Такође, слично истраживање само са средњошколцима у узорку показује позитивне резултате (видети Sin, Zaman, 2010).

- Ђи А. Переира и сарадници (de A. Pereira et al., 2018) су анализирали утицај просторног система проширене реалности при читању карте. У истраживању је учествовало 14 учесника, од којих су три били експерти из области картографије, ГИС-а, географије и животне средине. Резултати указују да је AR систем био користан корисницима и да омогућава изградњу просторног знања (de A. Pereira et al., 2018). Слично истраживање које су спровели Карбонел Карера и сарадници (Carbonell Carrera et al., 2017) показује да AR апликација може да унапреди вештину читања карата универзитетских студената.

- Карбонел Карера и Бермехо Асенсио (Carbonell Carrera, Bermejo Asensio, 2017) су истраживали да ли примена технологије проширене реалности повећава вештину просторне оријентације студената. У истраживању је учествовало 123 студената, и то 63 студента у експерименталној групи (у којој је коришћена AR апликација) и 60 у контролној групи (без апликације). Резултати су показали да су студенти у експерименталној групи знатно побољшали вештину просторне оријентације, док напредак у контролној групи није забележен. Исти аутори истичу да је могуће искористити бесплатне апликације и паметне телефоне и таблете студената за дизајнирање активности за развој просторних вештина у формалној факултетској настави у домену географије (Carbonell Carrera, Bermejo Asensio, 2017). Такође, резултати истраживања које су спровели Рамос и сарадници (Ramos et al., 2018) су позитивни. Направљена AR апликација је била корисна студентима при решавању задатака, односно показала се као ефикасна за навигацију и просторну оријентацију (Ramos et al., 2018).

- Вон и сарадници (Vaughan et al., 2017) су представили резултате истраживања са 45 студената који су школске 2015/2016. године на Универзитету у Вајомингу у оквиру почетног курса из педологије имали могућност да на вежбама користе аугментован сандук са песком (AR Sandbox). Студенти су имали различите задатке, као што је да предвиде који ће се типови земљишта формирати на направљеним моделима у аугментованом сандуку са песком. Резултати овог истраживања показују да су на овај начин студенти боље разумели проток површинске воде, процес ерозије и формирања земљишта. Такође, повећано је и њихово интересовање и активност, односно студенти су и сами предлагали у оквиру којих наставних садржаја се може применити аугментован сандук са песком (Vaughan et al., 2017). Пилот истраживања које су спровели Вудс и сарадници (Woods et al., 2016) са студентима основних студија (у оквиру курса геологије) исто тако показује позитивне резултате примене AR Sandbox-а за поучавање топографских мапа и површинских процеса. Међутим, Џексон и сарадници (Jackson et al., 2019) пријављују да коришћење аугментованог сандука са песком нема утицаја на исходе учења геолошких садржаја (разлике у постигнутим резултатима експерименталне и контролне групе нису статистички значајне), али да повећава ангажовање студената.

- Бурштин и сарадници (Bursztyn, Shelton et al., 2017) су истраживали могућност коришћења AR апликације (за паметне мобилне телефоне и таблете) при учењу геолошких садржаја како би се превазишао мањак теренске наставе студената геонаука. Направљена апликација захтева употребу на отвореном простору (на пример у парку или стадиону) и замишљена је као посета Великом кањону Колорада и садржи три модула (геолошко време, геолошке

структуре и хидролошке структуре). У раду су приказани резултати на узорку од 874 студената који су похађали различите студијске програме на пет различитих високошколских установа. Резултати показују да AR излети повећавају мотивацију студената за учење геонаука, док су три главна предиктора интересовања студената: 1) претходно интересовање за обухваћене наставне садржаје, 2) да ли студент похађа STEM студијски програм, и 3) број завршених модула (Bursztyn, Shelton et al., 2017). У повезаном раду (Bursztyn, Walker et al., 2017) аутори су истакли да AR апликација (односно њени модули који се односе на посету Великом кањону Колорада) даје сличне резултате по питању исхода учења као и друге наставне методе. Главни фактори који су утицали на резултате учења са AR апликацијом су: 1) да ли студент похађа STEM студијски програм, 2) заинтересованост студента за геонауке, и 3) претходно разумевање обухваћених наставних материјала (Bursztyn, Walker et al., 2017).

- Туран и сарадници (Turan et al., 2018) су истраживали како технологија проширене реалности утиче на исходе учења и когнитивно оптерећење студената. У истраживању је учествовало 95 студената прве године који су школске 2016/2017. године похађали курс физичке географије на једној високошколској установи у Турској. У експерименталној групи ($n = 40$) је коришћена „Aurasma“ апликација и направљени су аугментовани садржаји који су презентовани у виду књиге на тему увод у геоморфологију. У контролној групи ($n = 55$) није коришћена технологија проширене реалности, односно студенти су користили редован уџбеник. Експеримент је трајао три недеље. Резултати су показали да укључивање проширене реалности позитивно утиче на постигнуће студената (резултати теста су били статистички значајно бољи у експерименталној групи) и смањује ниво когнитивног оптерећења (студенти експерименталне групе су пријавили статистички значајно нижи ниво когнитивног оптерећења). Аутори закључују да је ова технологија корисна у настави географије (посебно при поучавању и учењу геоморфолошких садржаја) (Turan et al., 2018).

- Помбу и сарадници (Pombo, Marques, 2019; Pombo et al., 2018, 2019) су развили апликацију која је намењена за учење различитих предмета (биологије, геологије, историје, физике, хемије, физичког васпитања, математике, визуелних уметности и језика) у урбаном парку у Авеиру (Португал). Апликација је осмишљена као игра базирана на геокешинг принципима и прилагођава се одабраном школском узрасту, што значи да се може користити на свим нивоима образовања. Циљ апликације је да промовише еколошки и интердисциплинарни приступ и аутентично учење у парку, али притом успоставља снажну везу са курикулумом и наставним садржајима које ученици усвајају у учионици. Досадашњи резултати овог пројекта показују да ученици и студенти прихватају коришћење ове апликације. Такође, већина учесника је види као занимљивом и корисном за проширивање знања, односно као додатан ресурс који се ослања на курикулум, који промовише сарадњу и који повећава мотивацију за учење различитих предмета (Pombo, Marques, 2019; Pombo et al., 2018, 2019). И друга истраживања која се односе на еколошке теме и животну средину пријављују позитивне резултате (видети Куза, Georgiou, 2019; Lin et al., 2011).

- Лацко (Lacko, 2019) је представио процес развоја AR и VR апликације која се односи на визуелизацију објеката културне башине који се налазе у граничном појасу Словачке и Украјине, а који су значајни за заједничку историју, односе и традицију две државе. Апликације су настале у оквиру „InovEduc“ пројекта чији је циљ да се унапреди средњошколска настава из више предмета (укључујући и географију). Спроведено је истраживање у којем је учествовало 50 ученика (26 у контролној и 24 у експерименталној групи у којој су коришћене AR и VR апликације). Резултати овог истраживања показују да је експериментална група показивала знатно боље резултате на тестовима (и непосредно по завршетку учења, као и у два ретеста рађена након једне недеље и месец дана). Аутор

закључује да су се и AR и VR апликација показале корисним у процесу усвајања знања о културној баштини (Lacko, 2019). Слична истраживања (видети Pinto et al., 2017; Szymczyk et al., 2018; Chang et al., 2015) такође пријављују да је технологија проширене реалности корисна при учењу садржаја који се односе на традицију и културно-историјско наслеђе.

Треба напоменути да су доступне одређене комерцијалне AR апликације за мобилне и HMD уређаје које се могу искористити у настави географије. Неке од њих су:

- Апликација „Google Expeditions“ је настала 2015. године у оквиру „Expeditions Pioneer Program“ пројекта (Stojšić et al., 2016) и може се користити и за проширену и за виртуелну реалност. Доступно је преко 150²²⁸ скупова аугментованих сцена на одређену тему. Бројне теме и сцене се могу искористити при поучавању различитих географских наставних садржаја. Приликом коришћење ове апликације у учионици наставник преузима улогу водича и поставља AR маркере (пример је приказан на Слици 3) на столове оформљених група и одабере аугментоване сцене које жели да ученици посматрају. Ученици на својим/школским паметним телефонима и/или таблетима/iPad-има отварају апликацију, бирају улогу пратиоца и скенирају маркер своје групе. Битно је да сви мобилни уређаји буду повезани на исту WiFi мрежу и да паметни телефони/таблети/iPad-и подржавају ARCore или ARKit. Садржај апликације је доступан и за самосталан преглед без водича.

- За учење математичкогеографских, картографских и физичкогеографских садржаја, као и просторне оријентације могу се користити AR апликације (Android и iOS) за паметне телефоне и таблете као што су: *Star Chart*²²⁹, *Star Chart AR*, *Explore Geography ActiveLens*²³⁰, *AR GPS Compass Map 3D*²³¹, *LandscapAR augmented reality*²³² (Слика 26), *Geocam*²³³, *Locus Map*²³⁴ (са AR додатком), *MERGE Explorer*²³⁵, *Creator AVR*²³⁶ (одабрати „Earth Science“ садржаје), *WWF Free Rivers*²³⁷ и сличне.



Слика 26. Визуелизација рељефа са „LandscapAR augmented reality“ апликацијом
Фото: Стојишић, И., 2019. године

²²⁸

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uwWvAzAiQDueKXkxvqF6rS84oae2AU7eD8bhxzJ9SdY/edit#gid=765151678>

²²⁹ <http://www.escapistgames.com/apps.html>

²³⁰ <https://www.lgfl.net/learning-resources/summary-page/explore-geography>

²³¹ <https://www.codekonditor.com/>

²³² <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar>

²³³ <http://geocam.wazar-apps.com/>

²³⁴ <https://www.locusmap.eu/>

²³⁵ <https://miniverse.io/experience?e=merge-explorer>

²³⁶ <https://www.eonreality.com/platform/creator-avr/>

²³⁷ <https://www.worldwildlife.org/pages/explore-wwf-free-rivers-a-new-augmented-reality-app>

- *HoloTour*²³⁸ је апликација за *Microsoft HoloLens* и представља пример како се технологија проширене и микс реалности може употребити за виртуелне посете. У оквиру апликације могуће је истражити Рим и Мачу Пикчу. Такође, постоји неколико апликација (као што су: „AR Planet Earth Geography“²³⁹, „CleverBooks Geography“²⁴⁰ и сличне) за мобилне уређаје чији се сегменти могу искористити за учење друштвеногеографских и регионалногеографских садржаја.

- Уз помоћ „Metaverse“ платформе и апликације наставници географије и ученици могу да праве AR квизове и игре, док се са алатима као што су: „CoSpaces Edu“, „Zappar“ и „Blippar“ могу правити аугментоване сцене корисне за наставу и учење овог предмета.

ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ У НАСТАВИ И УЧЕЊУ ГЕОГРАФИЈЕ

Микропулос (Mikropoulos, 1996) наводи да је у школској географији потреба за коришћењем различитих медија очигледна и да је виртуелна реалност наставно средство уз помоћ којег се могу превазићи недостаци традиционалне наставе. Исти аутор напомиње да примена ове технологије у пракси ствара могућност да ученици осим на терену и у учионици „директно“ посматрају географске објекте, појаве и процесе, односно да их изучавају и врше анализе и синтезе (Mikropoulos, 1996).

За географију, као науку и наставни предмет, је посебно значајна употреба виртуелне реалности заједно са ГИС-ом (VRGIS и WebVRGIS), односно за 3Д визуелизацију и моделирање, креирање виртуелних географских окружења (енгл. *virtual geographic environments*), као и за просторно планирање и аналитику (Batty et al., 2017; Kamel Boulos et al., 2017; Lv et al., 2017; Huang et al., 2001). Међутим, Хруби и сарадници (Hruby et al., 2019) напомињу да се виртуелна географска окружења у већини случајева односе на десктоп виртуелну реалност и да баш и не постоји директна компатибилност између ГИС-а и VR излазних уређаја, односно да се у процесу израде имерзивних виртуелних окружења најчешће користите и платформе за развој игара као што су *Unreal* и *Unity*.

Већ дужи низ година се у домаћој литератури истиче да у географско образовање треба укључити рачунаре, ГИС и дигиталне алате и материјале за учење (видети Andjelković, Pavlović, 2015; Драшковић, 2013; Живковић, Јовановић, 2006; Ивков-Џигурски et al., 2009; Komlenović, Manić, 2008; Попадић, 2011). Десктоп виртуелна реалност се у настави географије најчешће примењује кроз *виртуелне глобусе, видео игре и симулације*.

*Google Earth*²⁴¹ пружа могућност приказа целе земљине површине, као и да се одабрани делови прикажу детаљно, што омогућава да наставни садржаји постану очигледнији (Ивков-Џигурски et al., 2009). Хруби и сарадници (Hruby et al., 2019) указују да овај програм не треба схватити само као виртуелни глобус, него као геопретраживач који се може користити и на рачунарима и на мобилним уређајима. „Google Earth VR“²⁴² је имерзивана верзија овог програма, али је доступна само за напредне НМД уређаје (као што су *Oculus Rift* и *HTC VIVE*) што ограничава примену ове верзије у наставном процесу (Стојшић et al., 2018).

²³⁸ <https://www.microsoft.com/en-us/p/holotour/9nblggh5pj87?activetab=pivot:overviewtab>

²³⁹ <http://arkids.cards/geo-en>

²⁴⁰ <https://www.cleverbooks.eu/geography/>

²⁴¹ <https://www.google.rs/intl/sr/earth/>

²⁴² <https://arvr.google.com/earth/>

Тузун и сарадници (Tüzün et al., 2009) су истраживали утицај тродимензионалне видео игре намењене учењу географских садржаја који се односе на континенте и одређене државе. Истраживање је спроведено у приватној основној школи у Анкари (Турска) у трајању од три недеље са 24 ученика четвртог и петог разреда. Резултати завршног теста су били статистички значајно бољи од почетног, што указује да је учење путем играња видео игре значајно повећало знање ученика. Такође, резултати овог истраживања указују да су ученици играли игру са великом пажњом и ентузијазмом и да им се повећала интринзична мотивација. Аутори закључују да се видео игре могу користити у настави географији као ефикасан ИКТ алат који омогућава самостално истраживање ученика, интеракцију и сарадњу (Tüzün et al., 2009). Лист и Брајант (List, Bryant, 2014) посебно издвајају „Minecraft“²⁴³ као игру погодну за учење различитих географских појмова, појава и процеса, односно напомињу да играњем ове игре ученици развијају везу са географским простором. Познат је и пример Данске чија је цела територија направљена у *Minecraft*-у (видети <https://download.kortforsyningen.dk/content/danmarks-frie-geodata-i-minecraftverden>). Такође, и едукативна верзија ове игре („Minecraft: Education Edition“) садржи бројне материјале намењене учењу различитих географских садржаја (видети <https://education.minecraft.net/class-resources/search-lessons/>). Поред *Minecraft*-а за учење географије се могу применити и друге комерцијалне игре као што је на пример „GeoGuessr“²⁴⁴.

Луо и сарадници (Luo et al., 2016) су истраживали утицај интерактивне компјутерске симулације при поучавању и учењу генезе и еволуције рељефа на примеру Великог кањона Колорада. У истраживању су учествовала 43 студента (и то 20 у експерименталној и 23 у контролној групи) основних студија који су похађали почетни курс из физичке географије. Резултати завршног теста показују статистички знатно боље резултате у експерименталној групи у којој је коришћена симулација. Такође, студенти су имали претежно позитиван став о употреби симулација као алата за учење (Luo et al., 2016). И Чанг и сарадници (Chang et al., 2020) пријављују позитивне ефекте примене неимерзивне виртуелне реалности (виртуелно окружење је било приказано на екрану таблета) при учењу геолошких садржаја (на основу резултата истраживања са 42 ученика петог разреда основне школе), док Кејвуд и Бонд (Cawood, Bond, 2019) истичу, на основу прелиминарне студије, да студенти геонаука постижу боље резултате са применом 3Д компјутерских визуелизација геолошких структура и да у већини прихватају њихово коришћење.

Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2016) су извршили преглед доступних VR апликација које се могу употребити у процесима поучавања и учења географских програмских садржаја. Неке од популарних комерцијалних имерзивних VR апликација су: - *Google Expeditions* (Слика 27) је апликација која је милионима ученика широм света омогућила да користе технологију имерзивне виртуелне реалности (са јефтиним *Google Cardboard* уређајима) у школи (Stojšić et al., 2016, 2019a). Апликација нуди могућност наставнику да ученике води на виртуелна путовања која се састоје од неколико повезаних панорамских 360° фотографија на одређену тему. Уз сваку од панорама дат је текст који је објашњава и питања за ученике на три нивоа. Наставник на свом таблету или паметном телефону (којим контролише експедицију и шта ученици виде на својим уређајима) може да обележи значајна места и истакне тачке на које ученици треба да обрате пажњу (Stojšić

²⁴³ *Minecraft* се у појединим изворима не одређује само као видео игра него и као виртуелни свет.

²⁴⁴ <https://geoguessr.com/>

et al., 2016; Yар, 2016). Континуирано се додају нова виртуелна путовања и у тренутку писања ове дисертације доступно је више од 900²⁴⁵ експедиција и бројне се могу користити у настави географије. Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2016) наводе да постоји развијена онлајн заједница наставника који користе имерзивне технологије у пракси и да се на интернету могу пронаћи бројни додатни материјали и писмене припреме²⁴⁶ за извођење часова са апликацијом „Google Expeditions“. Такође, ова апликација је компатибилна са „Tour Creator“ алатом, односно садржаји направљени са овим алатом се могу пребацити у апликацију. Овај бесплатан алат омогућава коришћење сопствених 360° панорама, али и оних које су доступне кроз „Google Maps“ и “Street View“. На сваку од направљених или одабраних панорама се могу додати: звук, текстуална објашњења и интересне тачке (са пратећим текстом, сликом и/или аудио појашњењима). Поред примене у апликацији, направљени садржаји су доступни и онлајн (WebVR приступ) на платформи „Poly“²⁴⁷ и могу се лако поделити путем додељеног линка или прављењем QR кода (Стојшић et al., 2018).



Слика 27. Google Cardboard са покренутом „Google Expeditions“ апликацијом
Фото: Стојшић, И., 2019. године

- Апликација „Street View“ за мобилне уређаје нуди могућност да се њен садржај види и у стереоскопском приказу и компатибилна је са *Google Cardboard* уређајима. Применом ове апликације могу да се истражују градови и културно и природно наслеђе. Треба напоменути да се поред 360° камера и ова апликација може користити за прављење панорамских фотографија (Defanti, 2016). Прављење 360° панорама може имати примену у настави географије при реализацији садржаја о локалној средини (путем пројектне наставе), или на теренском раду и наставним екскурзијама (Stojšić et al., 2016).

- При обради појединих математичкогеографских садржаја могу се користити апликације (већина је доступна за више HMD уређаја) као што су: *Titans of Space*²⁴⁸, *Mars is a Real Place VR*²⁴⁹, *Star Chart VR*²⁵⁰, *Apollo 11 HD*²⁵¹ и сличне.

²⁴⁵ <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uwWvAzAiQDUEKXkvqF6rS84oae2AU7eD8bhxzJ9SdY/edit#gid=0>

²⁴⁶ <https://www.tes.com/resources/search/?q=%23GoogleExpedition&subjects=GB%7C0%7CGeography%7C>

²⁴⁷ <https://poly.google.com/tours>

²⁴⁸ <http://www.titansofspacevr.com/titansofspace.html>

²⁴⁹ <http://www.titansofspacevr.com/marsisarealplace.html>

²⁵⁰ <http://www.escapistgames.com/sc.html>

²⁵¹ <https://immersivevreducation.com/products-vr-experiences/apollo-11/>

- Апликације (као што су: *YouTube VR*²⁵² [360° Videos²⁵³], *National Geographic VR*²⁵⁴, *Sites in VR*²⁵⁵, *VR Cities*²⁵⁶, *World Traveler VR*²⁵⁷ и сличне) садрже 360° видео материјале и/или панораме које се могу искористити при реализацији различитих програмских садржаја пре свега регионалногеографских.

- Алати као што су „Nearpod“ и „ThingLink“ (који су већ познати упућеним наставницима који премињују ИКТ у настави) су додали могућност рада и са 360° окружењима (Stojišić, Ivkov-Džigurski, Đukićin Vučković et al., 2019).

Примена технологије имерзивне виртуелне реалности је у последњих неколико година привукла знатну пажњу и радови указују да се нови HMD уређаји могу користити за поучавање и учење различитих географских програмских садржаја као што су: *математичка географија* (видети Madden et al., 2018; Hussein, Nätterdal, 2015; Cao et al., 2019), *картографија* и *оријентација у простору* (видети Lütjens et al., 2019; Herman et al., 2018; Carbonell-Carrera, Saorín, 2017, 2018; Šašinka et al., 2019), *климатске промене*, *геохазарди*, *заштита животне средине* и *еколошка свест* (видети Bailenson, 2018; Vega et al., 2017; Keller et al., 2018; Markowitz et al., 2018; Sermet, Demir, 2018; Thomas et al., 2018; Hruby et al., 2019; Queiroz et al., 2018), док су садржаји из физичке, друштвене и регионалне географије у литератури најчешће обухваћени кроз примену *имерзивних виртуелних путовања* и *обилазака* (видети Billant et al., 2019; Villena Taranilla et al., 2019; Ip, Li, Wong, 2019; Klippel et al., 2019; Lacko, 2019; Minocha et al., 2017; Oprean et al., 2018; Wallgrün et al., 2019). Резултати неких од истраживања су:

- Хусеин и Нетердал (Hussein, Nätterdal, 2015) су путем интервјуисања учесника утврђивали разлике између мобилне и имерзивне VR апликације (за *Samsung Gear VR*) са истим садржајима о планетама у Сунчевом систему. У овом истраживању је учествовало 20 студената и 5 професора и истраживача Универзитета у Гетеборгу. По питању корисности 11 учесника (44%) се изјаснило да је VR апликација кориснија од мобилне, шест учесника (24%) је рекло да су једнако корисне обе апликације, док је осам испитаника (32%) одабрало мобилну апликацију као кориснију. По питању ефикасности 21 учесник (84%) је одабрао VR апликацију, док су три учесника изјавила да су обе апликације подједнако ефикасне. На питање коју би радије апликацију изабрали 23 учесника (92%) је одабрало VR верзију апликације. Као предности VR апликације учесници су навели да су били више фокусирани и да су имали осећај да су садржаји презентовани кроз имерзивну виртуелну реалност занимљивији и да ова технологија пружа другачију перспективу из које могу да се сагледају наставни садржаји. Као недостатке VR апликације учесници су изнели да им је било тешко да читају текст и да је за употребу виртуелне реалности неопходно безбедно окружење (јер се губи веза са стварним окружењем). Такође, резултати су показали и да 16 учесника (64%) није осећало негативне симптоме од коришћења VR апликације, шест (24%) је осећало мању непријатност, док су три учесника (12%) пријавила осећај мучнине (Hussein, Nätterdal, 2015). Маден и сарадници (Madden et al., 2018) су у сличном истраживању анализирали три верзије активности о фазама Месеца како би утврдили њихове ефекте на учење. Код прве групе ($n = 59$) је на традиционални начин обрађено ово градиво, друга група ($n = 57$) је

²⁵² <https://www.oculus.com/experiences/go/1458129140982015>

²⁵³ <https://www.youtube.com/channel/UCzuqhhs6NWbgTzMuM09WKDQ>

²⁵⁴ <https://www.oculus.com/experiences/go/2252817104759749/>

²⁵⁵ <http://sitesinvr.com/>

²⁵⁶ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Smart2it.VR.Smart2VR.VRCities&hl=en>

²⁵⁷ <https://www.nemesys.hu/World-Traveler>

користила десктоп симулацију, док је у трећој групи ($n = 56$) примењена имерзивна виртуелна реалност са *Oculus Rift*-ом. Резултати овог истраживања показују да не постоји статистички значајна разлика међу групама на завршном тесту (Madden et al., 2018).

- Сао и сарадници (Cao et al., 2019) су истраживали утицај технологије виртуелне реалности на ангажовање ученика тако што су поредили резултате две групе (по 15 студената по групи, укупно 30) при игрању игре која се базира на историјским догађајима везаним за Аполо 16 мисију и слетање на Месец. У првој групи је коришћена неимерзивна верзија игре (доступна само на екрану рачунара, односно десктоп виртуелна реалност), а у другој групи верзија игре намењена за *Oculus Rift*. Резултати овог истраживања показују да је учесницима који су играли верзију игре за HMD уређаје било потребно више времена да је заврше (додатно време им је било потребно да се упознају са виртуелним окружењем и науче да користе контролере), али су ови учесници стекли боље разумевање окружења и били бољи у задацима идентификације локација и праваца. Аутори закључују да имерзивна виртуелна реалност повећава ангажовање, мотивацију и жељу студената да уче о Месецу и свемиру (Cao et al., 2019).

- Херман и сарадници (Herman et al., 2018) су спровели истраживање са више јефтиних HMD уређаја (типа *Google Cardboard*) применом VR апликације „Carthoreality“ за картографску визуелизацију. Пет учесника је узело учешће у овом истраживању, међутим један учесник није до краја завршио виртуелно искуство због осећаја мучнине. Резултати показују да су учесници дали предност скупљим пластичним *Google Cardboard* уређајима (као што је „BoboVR Z4“²⁵⁸) у односу на картонске, да су просечно провели 13 минута у имерзивном виртуелном окружењу, затим да су искуство оценили као позитивно (без обзира на изражен осећај мучнине једног од учесника), као и да су сви учесници тачно одговорили на 14 питања везаних за садржаје презентоване у апликацији. Аутори предлажу временски ограничену примену HMD уређаја у образовању како неби дошло до осећаја мучнине и дезоријентације (Herman et al., 2018).

- Шашинка и сарадници (Šašinka et al., 2019) су извршили истраживање о имплементацији сарадничких имерзивних виртуелних окружња при савладавању картографских садржаја који се односе на хипсографију (јер је ово градиво једно од најнеразумљивијих на Масариковом Универзитету у Брну). У истраживању је коришћена апликација направљена уз помоћ „Unity“ платформе и *HTC VIVE* уређај. Учесници (укупно 12, без претходног картографског знања) су у паровима решавали два задатка. У истраживању су прикупљени квалитативни подаци посматрањем и интервјуисањем (кроз полуструктурирани интервју или фокус групу) учесника. Резултати овог истраживања указују: 1) учесници су били захвални јер су имали сарадника (то их је мотивисало и обезбедило им могућност да се консултују око решења, такође, поједини учесници су истакли да би се осећали изгубљено да нису имали сарадника); 2) учесници су се осећали узбуђено при коришћењу апликације, иако су пре истраживања рад са картом сматрали досадним (такође, учесници су коначно разумели шта изохипсе представљају кроз могућност да се пребацују из 2Д у 3Д приказ у апликацији); 3) поједини учесници су имали проблем да пренесу своје мисли (због ограничености контролера и покрета аватара) и осећања (јер аватари нису имали лице) сараднику; и 4) поједини учесници су се осећали присутни у обе реалности и виртуелној и стварној (један од проблема зашто се учесници нису осећали потпуно присутни у виртуелном свету је чињеница да аватари нису имали ноге, затим поједини учесници су налетели на намештај у учионици у којој је спровођено истраживање, док су поједини

²⁵⁸ <http://www.bobovr.com/product/bobovrz4/>

учесници били накратко збуњени на пример чињеницом да имају руке пошто су скинули HMD уређај) (Šašinka et al., 2019).

- Карбонел-Карера и Саорин (Carbonell-Carrera, Saorín, 2017) су истраживали развијање вештине оријентације и просторних знања кроз коришћење апликације „Street View“ са пластичним *Google Cardboard* уређајима, притом су се фокусирали на мотивацију као одлучујући фактор у процесу учења. У истраживању су учествовала 43 студента друге године инжењерства (школске 2016/2017. године у оквиру предмета *Картографија и топографија*) и нико од учесника није имао претходну обуку из ове области. Учесници су прво руту научили на 2Д карти, а затим је требало да од тачке А дођу до тачке Б у имерзивном виртуелном окружењу (притом се од студената тражено да на контролним тачкама руте запамте детаље као што су боја знака продавнице, назив улице и слично). Резултати овог истраживања показују да су сви студенти стигли до тачке Б, али је неким било потребно више времена од других (сви студенти су завршили задатак у року од 45 минута). Такође, већина студената је доживела виртуелну реалност као угодну, корисну и ефикасну технологију која је повећала њихово интересовање за задатке везане за оријентацију и просторно знање и вештине. Треба напоменути и да је половина учесника пријавила одређен ниво ошамућености по завршетку активности и то 27,5% умерен, а 22,5% значајнији (Carbonell-Carrera, Saorín, 2017). Исти аутори (Carbonell-Carrera, Saorin, 2018) су спровели слично истраживање, али на нешто мањем узорку (32 студента). Резултати овог истраживања показују да је имерзивна виртуелна реалност унапредила просторну оријентацију студената, да не постоји разлика у напредовању када се анализира варијабла пол, затим да су више напредовали студенти који су пре истраживања имали мање развијену вештину просторне оријентације и да су исходи учења нешто бољи (али не и статистички значајни) када се ова вештина учи са другим технологијама (као што је проширена реалност) (Carbonell-Carrera, Saorin, 2018).

- Марковиц и сарадници (Markowitz et al., 2018) су представили резултате четири студије у којима су истраживали ефикасност имерзивне виртуелне реалности (са *Oculus Rift „DK2“* и *HTC VIVE* уређајима) као медијума за поучавање о климатским променама са посебним фокусом на повећање киселости океана. У првој студији је учествовало 19 средњошколаца (узраста од 16 до 18 година), у другој 47 студената основних и мастер студија, у трећој 167 посетиоца Трајбека филмског фестивала (2016. године), док је у четвртој студији коначан узорак обухватао 43 универзитетска студента. Резултати сва четири истраживања указују да су учесници после имерзивног искуства повећали своје знање о климатским променама, или су повећали своје интересовање да уче о узроцима и ефектима повећања киселости океана. Аутори закључују да имерзивна виртуелна реалност може да апстрактне и комплексне научне информације учини очигледнијим и психолошки ближим ученицима и да они информације које су научили овим путем задржавају и неколико недеља после имерзивног искуства (Markowitz et al., 2018).

- Ип и сарадници (Ip, Li, Wong, 2019) истичу да се учење о култури мањинских народа у Кини и развијање мултикултуралности може унапредити укључивањем имерзивне виртуелне реалности. Исти аутори су спровели истраживање са 376²⁵⁹ ученика и студената (узраста од 11 до 21 године) из 23 образовне установе (различити нивои образовања) у којем су користили *Oculus Go* уређаје и имерзивне садржаје који се односе на културу мањинских народа у Хонг Конгу (пре свега на муслиманску заједницу). Учесници су имали прилику да

²⁵⁹ Међутим, резултати истраживања су приказани на узорку од 374 учесника (јер један учесник није попунио почени, док други није попунио завршни упитник тако да су искључени из анализе) (видети Ip, Li, Wong, 2019).

виртуелно посете куће и цамију, као и да добију одговоре од виртуелних ликова (који представљају власнике три халал продавнице) како би стекли што боље разумевање о свакодневном животу ове мањинске заједнице. Резултати завршног упитника показују да су учесници статистички значајно повећали своје знање и свесност о култури мањинских народа. Аутори закључују да имерзивна виртуелна реалност може бити користан алат за програме који укључују садржаје који се односе на мултикултурно образовање (Ip, Li, Wong, 2019).

- Миноча и сарадници (Minocha et al., 2017) су у оквиру једногодишњег пројекта истраживали могућности примене апликације „Google Expeditions“ у основношколском и средњошколском образовању у оквиру предмета наука и географија. У истраживању је укупно учествовао 521 ученик (од четвртог до једанаестог разреда), као и десет наставника географије и 11 наставника науке. Аутори су кроз тематску анализу прикупљених података од учесника пронашли десет афорданси апликације „Google Expeditions“, и то су: 1) пружа аутентично 360° окружење; 2) 360° навигација – ученици су померањем главе могли да виде виртуелно окружење око себе што омогућава боље разумевање простора; 3) 3Д приказ; 4) омогућава наставницима (водичима експедиције) да истакну битне делове виртуелног окружења; 5) перспектива из првог лица; 6) садржи додатне контекстуалне информације које наставници (водичи) могу да искористе при планирању активности; 7) постојање симулација (на пример: Сунчевог система, геолошке прошлости, земљотреса и слично); 8) омогућава индивидуално искуство – ученици сами одређују који део виртуелног окружења ће посматрати што ствара осећај контроле, повећава знатижељу и интересовање и смањује ометање вршњака; 9) пружа могућност синтезе – наставници могу користити и интегрисати сцене из различитих експедиција и друге аудиовизуелне ресурсе; и 10) омогућава визуелизацију – ученици и наставници путем ове апликације имају приступ местима која им другачије нису доступна. Поред наведених афорданси, исти аутори истичу и да имерзивна виртуелна реалност омогућава искуствено учење и истраживачку наставу географије, као и да се може применити у различитим фазама теренског рада и наставних екскурзија (Minocha et al., 2017). У сличном истраживању са употребном апликације „Google Expeditions“ током седам недеља у сиромашној четврти Мумбаја, Вишванат и сарадници (Vishwanath et al., 2017) истичу да се мобилна виртуелна реалност са *Google Cardboard* уређајима може успешно применити у образовним установама са ограниченим ресурсима и да примена ове технологије позитивно утиче на разумевање и ангажованост ученика.

У истраживању које су споровели Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a) учествовала су и два наставника географије који у основним школама у Републици Србији примењују имерзивну виртуелну реалност у пракси. Оба наставника се ослањају на BYOD модел интеграције и користе *Google Cardboard* уређаје. Међутим, примена ове технологије им се знатно разликује. Први са ученицима петог разреда користи доступне VR апликације (као што је „Titans of Space® Cardboard VR“ и сличне) да допуни своје предавање о математичкогеографским и физичкогеографским садржајима, док други са ученицима седмог разреда користи 360° видео материјале и панораме при обради и систематизацији регионалногеографских наставних садржаја (Stojšić et al., 2019a).

МЕТОДОЛОГИЈА

Одељак методологија истраживања обухвата: опис предмета, циља, задатака, хипотеза, варијабли и истраживачких метода, као и податке о коришћеним инструментима (упитницима), узорку, процедури истраживања и обради прикупљених података.

ПРЕДМЕТ, ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет рада је опсежна анализа могућности примене проширене и виртуелне реалности у процесима учења и поучавања географије. Поред прегледа литературе и резултата досадашњих истраживања разматрају се и перцепције наставника и студената географије у Републици Србији о овим образовним технологијама. Такође, анализира се и спремност студената и наставника географије за интеграцију и употребу мобилних уређаја у пракси.

Санчез Прието и сарадници (Sánchez Prieto et al., 2016) истичу да су мобилни уређаји данас масовно распрострањени и да се користе у свакодневним активностима и да је мобилно учење настало кроз примену ових уређаја као алата за учење. Исти аутори наглашавају да се мобилно учење доста примењује у оквиру неформалног образовања, али напомињу да у последњих неколико година расте интересовање за интеграцију мобилних уређаја и у формалном школовању. Међутим, успех интеграције пре свега зависи од прихватања наставника да користе ове уређаје у пракси (Sánchez Prieto et al., 2016).

Проширена реалност је растући тренд у области мобилног учења (Fombona et al., 2017), док Кокран (Cochrane, 2016) наглашава значај паметних телефона при имплементацији технологије имерзивне виртуелне реалности у наставни процес. У оквиру овог доктората могућности примене проширене и виртуелне реалности су разматране као допуна мобилног учења и употребе ИКТ-а у настави и учењу географије. Из овако постављеног предмета произилази и циљ истраживања.

Циљ истраживања је да се испитају могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије, као и перцепције и спремност наставника и будућих наставника (студената) географије за коришћење мобилних уређаја и AR/VR апликација у настави.

Сагласно дефинисаном циљу истраживања издвајају се следећи задаци:

1. Испитати утицај обуке о примени технологија проширене и виртуелне реалности (са мобилним уређајима) у настави и учењу географије на самопроцену студената о њиховој спремности да наставу организују коришћењем мобилних уређаја и апликација.

2. Утврдити да ли постоји утицај претходног познавања и коришћења технологије проширене реалности на став студената о употреби ове технологије у настави географије.

3. Установити да ли постоји промена у ставу студената географије о употреби технологије виртуелне реалности у наставном процесу после одслушане обуке.

4. Утврдити да ли према мишљењу студената географије постоје наставни садржаји (у оквиру предмета које су слушали на факултету и географском К-12 образовању) који би применом имерзивних технологија могли да постану очигледнији и једноставнији за разумевање.

5. Утврдити да ли поседовање и коришћење мобилних уређаја утиче на самопроцену наставника географије о спремности да наставу организују применом мобилних уређаја и апликација.

6. Установити да ли социодемографске карактеристике као што су године старости наставника географије утичу на њихов став о примени имерзивних технологија у наставном процесу.

7. Испитати мишљење наставника географије на тему тешко разумљивих географских наставних садржаја (наставних тема и јединица), односно са којим наставним садржајима им употреба расположивих наставних средстава не даје жељене резултате.

ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Последњих година све више се наглашава да будући наставници морају бити припремљени да интегришу дигиталне технологије у своју наставну праксу, односно да буду спремни да креирају аутентична и персонализована искуства учења за ученике (Nguyen, Bower, 2018). Међутим, многе од тих дигиталних технологија нису дизајниране посебно за потребе наставе, односно наставници (и студенти наставних усмерења) морају прво да уче и анализирају њихове афордансе (и ограничења) како би их применили у пракси (Mishra, Koehler, 2006). Такође, од савремених наставника се очекује да испоље личну иницијативу и подрже сарадничке активности у циљу спровођења промена у раду школе (Џинових et al., 2013). Истраживање које су спровели Грациано (Graziano, 2017) и Грациано и Дејли (Graziano, Daley, 2017) показује да су студенти наставног усмерења ($n = 27$) после обуке у трајању од четири недеље о примени имерзивних технологија у образовању успели да се основно упознају са могућностима које пружају ове технологије и да их углавном могу интегрисати међу алате које познају довољно да би их применили у пракси, притом будући наставници пријављују умерен ниво мотивисаности да користе проширену и виртуелну реалност на својим часовима.

Данашњи факултетски студенти (будући наставници) су „дигитални домороци“ (енгл. *digital natives*) (Prensky, 2001) и представници су генерације Z (рођени између 1995. и 2005. године), односно одрасли су уз дигиталне технологије и друштвене мреже (Azhar et al., 2018). Такође, може се претпоставити да је један део студената и пре истраживања био упознат са имерзивним технологијама, посебно са технологијом проширене реалности кроз масовно популарне AR апликације (као што је „Pokémon GO“), или аугментоване филтере у мобилним апликацијама друштвених мрежа (на пример „Snapchat“²⁶⁰).

Знатан број истраживања на нивоу основних факултетских студија (видети Bursztyn, Shelton et al., 2017; Bursztyn, Walker et al., 2017; Vaughan et al., 2017; Jackson et al., 2019; Luo et al., 2016; Markowitz et al., 2018; Turan et al., 2018; Carbonell Carrera et al., 2018; Cawood, Bond, 2019; Woods et al., 2016) се односе на примену имерзивних технологија са градивом физичке географије, јер се ови наставни садржаји издвајају као посебно теши за усвајање (Turan et al., 2018). Такође, и истраживања која проучавају мисконцепције у географији се често односе на физичкогеографске наставне садржаје (видети Nelson et al., 1992; Ozturk, Alkis, 2010; Chang, Pascua, 2016).

Сходно претходно наведеном у истраживању са студентима географије су формулисане следеће хипотезе:

Хипотеза 1: *Студенти географије статистички значајно више процењују своју спремност за организовање наставе коришћењем мобилних уређаја и апликација после одслушане обуке.*

²⁶⁰ <https://www.snapchat.com>

Хипотеза 2: Студенти географије којима је проширена реалност претходно већ била позната имају позитивнији став о њеној употреби у настави.

Хипотеза 3: Студенти географије после одслушане обуке имају позитивнији став о примени технологије (имерзивне) виртуелне реалности у наставном процесу.

Хипотеза 4: Студенти географије највише истичу да би примена проширене и виртуелне реалности могла да повећа очигледност и разумљивост појединих садржаја у оквиру физичкогеографске групе предмета.

О'Бенон и Томас (O'Bannon, Thomas, 2014) наглашавају да поседовање паметних телефона од стране наставника представља значајан фактор при њиховој интеграцији у учионицу и напомињу да ови уређаји поседују функције (приступ интернету, прављење фотографија и видео материјала, преузимање апликација, пријем и слање електронске поште и друге) које могу имати бенефите у настави и да упознатост наставника са напредним функцијама мобилних телефона може довести до организовања часова подржаних мобилним апликацијама у којима је ученик у центру процеса учења. Исти аутори истичу да наставници морају имати приступ новим технологијама како би развили своја знања, самопоуздање и самоефикасност при њиховој примени у настави (O'Bannon, Thomas, 2014). Такође, и истраживање рађено у Републици Србији указује да само наставници који поседују паметне мобилне телефоне подржавају њихову примену у настави (Körösi, Esztelecki, 2015). На основу наведеног дефинисана је следећа хипотеза:

Хипотеза 5: Наставници географије који поседују и користе мобилне уређаје боље оцењују своју спремност да наставу организују применом мобилних уређаја и апликација.

Пренски (Prensky, 2001) указује да се наставници који спадају у „дигиталне имигранте“ (енгл. *digital immigrants*) знатно разликују од нових генерација („дигиталних домородаца“) по питању прихватања и коришћења дигиталних технологија, чиме у фокус ставља године наставника и њихово искуство током одрастања. Такође, О'Бенон и Томас (O'Bannon, Thomas, 2014), на основу истраживања о примени паметних телефона у учионици у којем је учествовало 1.095 наставника, наводе да године имају утицаја поготово када је реч о старијим наставницима (старијим од 50 година), јер се они статистички значајно разликују од млађих колега по питању поседовања мобилних уређаја, затим знатно ниже процењују образовне могућности и функционалност ових уређаја, док ограничења виде знатно проблематичнијим. И резултати новијег истраживања, које су спровели Џенг и сарадници (Geng et al., 2019) са наставницима географије, указују да је потребно посебну пажњу посветити наставницима који су старији од 40 година када се обучавају за коришћење технологије виртуелне реалности у наставном процесу, јер уочавају мању лакоћу коришћења и пријављују знатно мању намеру да користе ову образовну технологију у пракси. Може се претпоставити да код процене могућности примене имерзивних технологија у настави географије постоји разлика између наставника различите доби укључених у ово истраживање.

Хипотеза 6: Млађи наставници географије имају позитивнији став о примени технологија проширене и виртуелне реалности у наставном процесу.

Питање одговарајућих наставних садржаја са којима је примерено користити имерзивне технологије је наглашено у литератури (видети Bailenson, 2018; Gandolfi, 2018; Pantelidis, 2009; Šašinka et al., 2019). Истраживачи често бирају садржаје из астрономије и физичке географије када утврђују ефикасност имерзивних технологија у К-12 образовању (видети Markowitz et al., 2018; Minocha et al., 2017; Sin, Zaman, 2010; Chang et al., 2020), док

Ромелић и Ивановић (2011) истичу да су математичкогеографски и општи физичкогеографски садржаји у великој мери апстрактни и ученицима тешки за савладавање, а притом се изучавају на самом почетку географског образовања. Сходно наведеном може се претпоставити да наставници географије најчешће издвајају математичкогеографске и физичкогеографске садржаје као посебно изазовне њиховим ученицима.

Хипотеза 7: Наставници географије најчешће истичу математичкогеографске и физичкогеографске наставне садржаје као тешко разумљиве ученицима.

Поред постављених хипотеза, као додатан резултат овог истраживања размотрено је како се наставници географије могу груписати према спремности да организују часове применом мобилних уређаја и образовних апликација (са аспекта укључивања имерзивних технологија у наставни процес). Такође, на основу прикупљених одговора (и у истраживању са студентима и у истраживању са наставницима географије), литературе и анализе стања урађена је SWOT анализа²⁶¹ како би се истакле предности и слабости, као и могућности и опасности коришћења имерзивних технологија у процесима наставе и учења географије (на свим нивоима образовања). Предлог интеграције и примене проширене и виртуелне реалности у настави географије је дат у оквиру посебног одељка после дискусије резултата.

ВАРИЈАБЛЕ ИСТРАЖИВАЊА

И у истраживању са студентима и у истраживању са наставницима географије обухваћено је више варијабли које су сходно постављеним хипотезама посматране као независне или зависне.

У истраживању са студентима спроведена обука (о примени проширене и виртуелне реалности у процесима наставе и учења географије) има функцију независне варијабле, као и пол, пријављена развијеност дигиталне компетенције и претходно познавање и коришћење имерзивних технологија. Зависне варијабле су спремност студената да примене мобилне уређаје у будућој наставној пракси и њихове процене и ставови о употреби проширене и виртуелне реалности у географском образовању.

У истраживању са наставницима географије независне варијабле су њихове социодемографске карактеристике (пол, године старости и године радног стажа), поседовање и претходно коришћење мобилних уређаја и пријављен степен развијености дигиталне компетенције. Ради једноставнијег тумачења, године старости наставника су подељене у три групе, а године радног стажа у седам група. Зависне варијабле су спремност за примену мобилних уређаја у пракси, процена потенцијала и став о примени проширене и виртуелне реалности у географском образовању.

КОРИШЋЕНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У истраживању су коришћене следеће методе:

²⁶¹ SWOT анализа је метод за стратегијско планирање који је Алберт Хамфри (Albert Humphrey) разрађивао током шездесетих и седамдесетих година XX века (Thamrin, Pamungkas, 2017). Ова анализа се може употребити у различитим областима укључујући и образовање (видети Azhar et al., 2018; Todorović, Ružičić, 2011; Towndrow, Vaish, 2009; Thamrin, Pamungkas, 2017).

1. *Метода теоријске анализе* – је примењена при проучавању прописа и стратешких докумената, теоријских радова и досадашњих истраживања о примени проширене и виртуелне реалности у образовању, настави природних наука и географије.

2. *Метода моделовања* – је употребљена при састављању модела обуке за студенте о могућностима примене имерзивних технологија са мобилним уређајима у настави и учењу географије.

3. *Дескриптивна метода* – је коришћена при прикупљању и анализи информација о проценама, мишљењима и ставовима студената и наставника географије о употреби мобилних уређаја у настави и примени имерзивних технологија за учење географских програмских садржаја.

4. *Метода статистичке анализе* – је примењена при обради квантитативних података добијених у спроведеним истраживањима.

Унутар истраживачких метода се примењују различите технике које омогућавају да се организовано, систематски и плански дође до постављених циљева (Банђур, Поткоњак, 1999). Коришћене технике су:

1. *Анкетирање* – је примењено путем затворених и отворених питања у упитницима.

2. *Скалирање* – је примењено путем конструисаних скала у упитницима којима се мери спремност за примену мобилних уређаја и ставови о примени имерзивних технологија у географском образовању.

3. *Анализа садржаја* – је техника са којом се са једне стране у истраживању долази до теоријских основа и релевантне литературе која је везана за предмет истраживања, а са друге стране се користи при обради и сређивању чињеница прикупљених у истраживању.

За сваку истраживачку технику постоји одговарајући алат, односно истраживачки инструмент којим се долази до научно заснованих чињеница (Банђур, Поткоњак, 1999).

ИНСТРУМЕНТИ

За потребе истраживања са студентима географије састављена су два упитника (почетни и завршни), док је за истраживање са наставницима географије формиран један упитник (са засебним додатком путем којег су наставници могли да оставе своје податке како би добили потврду о учешћу у истраживању).

ПОЧЕТНИ УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Почетни упитник (Прилог 2) је састављен посебно за потребе истраживања са студентима географије. Садржи различите врсте питања. Произашао је из прегледа литературе и постојећих инструмената и може се поделити у неколико целина.

Први део упитника чини кратак текст којим се студенти упознају са сврхом истраживања и дато је упутство за правилно попуњавање. Такође, почетни део обухвата и питања која се односе на социодемографске карактеристике испитаника (као што су пол, године старости и ниво студија).

Други део упитника садржи питања која се односе на поседовање и претходно коришћење мобилних уређаја, образовних апликација и онлајн ресурса при учењу, као и питања која захтевају самопроцену развијености дигиталне компетенције и процену утицаја ИКТ на учење. Такође, овај део обухвата и питања која се односе на планирану учесталост примене ИКТ у будућој настави.

Трећи део упитника садржи скалу која мери спремност студената да примене мобилне уређаје у процесима наставе и учења. Полазну теоријску основу при састављању

скеале чинила је *Скала спремности за мобилно учење*²⁶² (енгл. *Mobile Learning Readiness [MLR] scale*; Н.-Н. Lin et al., 2016). На основу прегледа литературе и поменуте скеале конструисани су ајтеми тако да одговарају потребама овог истраживања. Коначна верзија скеале садржи 23 тврдње. Састављени ајтеми су мерени на петостепеној скеали Ликертовог типа (степени скеале су дефинисани као: 1 – *уопште се не слажем*, 3 – *неутралан/а сам [не знам]* и 5 – *у потпуности се слажем*). Ставке су формулисане и као позитивне и као негативне тврдње са циљем да мере четири конструкта (димензије): 1) *уочена корисност и оптимизам* (шест ставки), 2) *уочене препреке и ограничења* (осам ставки), 3) *однос према BYOD моделу* (четири ставки) и 4) *самоефикасност* (пет ставки). Величина узорка, односно мали број студената географије који су учествовали у овом истраживању не омогућава да се путем факторске анализе провери димензионалност скеале (видети Pallant, 2017; Suzić, 2007). Извршено је само израчунавање Кронбаховог алфа коефицијента (енгл. *Cronbach's alpha*) за целу скеалу и издвојене конструкте (Табела 2). Такође, упоређени су кориговани ставка-укупно коефицијенти корелације (енгл. *corrected item-total correlation*) на почетном и завршном упитнику при одлучивању о задржавању или уклањању ставки у оквиру издвојених димензија. Међутим, због недовољне провере метријских карактеристика скеале при тестирању хипотеза поред издвојених димензија и појединачне ставки су анализиране као посебна питања.

Табела 2. Поузданост издвојених димензија скеале

Назив конструкта	Ставке	<i>M</i>	<i>SD</i>	Кронбахов алфа коефицијент
Уочена корисност и оптимизам	4. Мобилни уређаји стварају могућност да се учи било где и било када.	3,96	1,03	0,87
	6. Могуће је стицати нова знања и вештине коришћењем одговарајућих образовних мобилних апликација.	3,83	0,75	
	7. Паметан мобилни телефон може бити користан алат за учење.	3,92	0,92	
	10. Мобилни уређаји могу унапредити настави процес.	3,54	0,99	
	20. Мобилни уређаји олакшавају комуникацију и дистрибуцију информација што је у настави битно.	3,60	1,05	
	22. Применом мобилних апликација настава постаје занимљивија ученицима.	3,65	1,08	
Уочене препреке и ограничења	9. Увођењем таблета и паметних мобилних телефона само се беспотребно компликује наставни процес.	2,60	1,23	0,84
	12. Злоупотреба мобилних телефона на часовима је масовна појава.	3,73	1,27	

²⁶² Инструмент (MLR скеала; Н.-Н. Lin et al., 2016) се користи за мерење спремности за мобилно учење и укључује 19 ајтема који мере три конструкта: 1) *самоефикасност у мобилном учењу* (седам ставки); 2) *оптимизам* (седам ставки); и *самоуслужено учење* (пет ставки). Скеала мери спремност ученика за мобилно учење, а не спремност наставника (или будућих наставника) да користе мобилне уређаје у настави. Сходно наведеном оригинална скеала није била погодна за ово истраживање. Међутим, MLR скеала (Н.-Н. Lin et al., 2016) је коришћена као теоријска основа за концепт „спремности“ и за дефинисање појединих ставки и њихов распоред по издвојеним конструктима.

	13. Употреба мобилних телефона на часу само одвлачи пажњу ученицима.	3,44	1,24	
	14. Ученици не знају да користе мобилне уређаје за учење.	3,40	0,98	
	15. Наставници не знају да користе мобилне уређаје у настави.	3,08	1,22	
	16. Не постоји довољно добрих апликација које би оправдале употребу мобилних телефона на часовима географије.	2,85	1,09	
	17. Мобилни уређаји се тешко интегришу у наставни процес.	3,00	1,07	
	21. Прописи не дозвољавају употребу мобилних уређаја у процесу наставе.	3,40	1,01	
Однос према BYOD моделу	*2. Мобилним уређајима није место у учионици.	2,87	1,23	
	3. Паметан телефон је савремено наставно средство.	3,88	1,00	
	*11. Ученици не би требало да доносе своје мобилне телефоне у школу.	3,40	1,28	0,84
	23. Ученици треба да доносе своје мобилне уређаје у школу и да их користе на часовима.	2,90	1,17	
Самоефикасност	1. Знам за бројне мобилне апликације које могу да се користе за учење географских наставних садржаја.	3,27	1,09	
	5. Примери добре праксе примене мобилних уређаја у настави географије могу унапредити мој будућу рад.	3,56	0,87	
	8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација.	3,31	0,96	0,71
	18. Упознат/а сам са предностима и недостацима примене мобилних уређаја у процесу образовања.	3,31	0,85	
	19. Користио/ла бих мобилне уређаје у својој наставној пракси.	3,27	1,16	

Напомена: Код ставки означених звездом (*) вредности су преокренуте при рачунању. Избацивањем ставке 18 вредност Кронбаховог алфа коефицијента код конструкта „самоефикасност“ би се повећала на 0,79. Међутим, овај ајтем је задржан због упоредивости резултата почетног и завршног упитника.

Добијени резултати Кронбаховог алфа коефицијента показују задовољавајућу поузданост издвојених конструката (видети Loewenthal, 2001; Nunnally, 1978). Кронбахов алфа коефицијент за целокупну скалу (са преокренутим вредностима за негативно дефинисане ајтеме) износи 0,91.

Четврти део упитника чине питања која се односе на степен упознатости и претходно искуство са технологијом проширене реалности. За потребе утврђивања става студената о могућностима коришћења ове технологије у настави и учењу географије састављена је посебна скала. Ајтеми су дефинисани и као позитивни и као негативни искази посебно за ово истраживање, али је полазну теоријску основу чинила *Скала ставова према примени проширене реалности*²⁶³ (енгл. *Augmented Reality Applications Attitude Scale - ARAAS*; Kıcık

²⁶³ Инструмент (ARAAS; Kıcık et al., 2014) је намењен за испитивање става о проширеној реалности ученика (средњошколаца) који користе ову технологију за учење. Састоји се од 15 ставки и мери три конструкта: 1) *задовољство коришћењем* (седам ставки); *анксиозност према примени* (шест ставки); и 3) *вољност за*

et al., 2014). Ставке су мерене на петостепеној скали Ликертовог типа (1 – *уопште се не слажем*, 3 – *неутралан/а сам [не знам]* и 5 – *у потпуности се слажем*) и груписане су у оквиру две димензије: 1) уочена употребљивост и корисност и 2) уочена ограничења и анксиозност према примени. У Табели 3 су приказане вредности Кронбаховог алфа коефицијента за издвојене конструкте, док је за целу скалу $\alpha = 0,76$, што показује задовољавајући ниво поузданости (Loewenthal, 2001; Nunnally, 1978). Међутим, при тестирању хипотеза анализирани су и појединачна ставке из скале као посебна питања.

Табела 3. Поузданост издвојених димензија скале

Назив конструкта	Ставке	<i>M</i>	<i>SD</i>	Кронбахов алфа коефицијент
Уочена употребљивост и корисност	1. Проширена реалност је корисна за визуелизацију објеката, појава и процеса који нису лако доступни за непосредно посматрање, или су опасни за изучавање.	3,65	0,84	0,86
	2. Постоје значајни бенефити од коришћења проширене реалности у настави и учењу.	3,42	0,74	
	3. Технологија проширене реалности је корисна у образовању јер омогућава да наставни садржаји „оживе“.	3,79	0,77	
	5. Додавање интерактивних 3Д модела, фотографија, видео материјала и других садржаја у уџбенике и наставне материјале путем проширене реалности може да олакша учење.	3,90	0,88	
	8. Проширена реалност може успешно да се интегрише и да унапреди наставна средства која се већ користе у настави.	3,71	0,80	
	12. Применом AR апликација настава постаје занимљивија ученицима.	3,83	0,69	
Уочена ограничења и анксиозност према примени	4. Проширену реалност је боље користити за забаву него у образовању.	3,10	0,86	0,70
	6. Не постоје едукативни AR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	2,75	0,86	
	7. Постоје много ефикасније образовне технологије које могу да се користе у настави и учењу географије од проширене реалности.	3,25	0,84	
	9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави.	3,33	1,14	
	10. Технологија проширене реалности је скупа и компликована за коришћење у образовању.	3,17	0,95	

Напомена: Искључена је ставка 11 из конструкта „уочена употребљивост и корисност“ јер показује ниску корелацију са осталим тврдњама и код почетног и код завршног упитника. Искључивањем овог ајтема вредност Кронбаховог алфа коефицијента се повећала са 0,82 на 0,86. Искључивањем ставке 7 Кронбахов алфа коефицијент код конструкта „уочена ограничења и анксиозност према примени“ би износио 0,77. Међутим, овај ајтем је задржан због упоредивости резултата на почетном и завршном упитнику.

коришћењем (две ставке). Оригинални инструмент није у потпуности одговарао потребама овог истраживања, али је употребљен као полазна основа при састављању тврдњи и конструката који се односе на став о могућностима примене технологије проширене реалности у настави и учењу географије.

Завршни (пети део) упитника обухвата питања која се односе на упознатост и претходну употребу виртуелне реалности. Као и код четвртог дела укључена је и скала ради утврђивања става студената о могућностима коришћења ове технологије у настави и учењу географије. Ајтеми су дефинисани и као позитивни и као негативни искази (слично као и за проширену реалност), тако да мере два конструкта (односно димензије): 1) уочена употребљивост и корисност и 2) уочена ограничења и анксиозност према примени. Због мале величине узорка ($N = 48$) није могуће спровести факторску анализу (Pallant, 2017; Suzić, 2007), али је израчуната вредност Кронбаховог алфа коефицијента (Табела 4) и упоређени су кориговани ставка-укупно коефицијенти корелације на почетном и завршном упитнику. Међутим, при тестирању хипотеза коришћене су и појединачне ставке из скале.

Табела 4. Поузданост издвојених димензија скале

Назив конструкта	Ставке	<i>M</i>	<i>SD</i>	Кронбахов алфа коефицијент
Уочена употребљивост и корисност	1. Виртуелна реалност је корисна за визуелизацију простора, објеката, појава и процеса који нису доступни ученицима за непосредно посматрање.	3,75	0,73	0,83
	3. Виртуелна реалност је корисна за повећање очигледности наставних садржаја.	3,83	0,75	
	4. Технологија виртуелне реалности има знатан образовни потенцијал.	3,67	0,83	
	5. Технологија виртуелне реалности има значајан мотивациони потенцијал.	3,63	0,76	
	11. Постоје бројни едукативни VR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	3,42	0,79	
Уочена ограничења и анксиозност према примени	2. Не постоје стварни бенефити од коришћења технологије виртуелне реалности за стицање нових знања и вештина.	2,65	0,76	0,73
	6. Постоје много ефикаснија наставна средства и образовне технологије које могу да се користе у настави географије од апликација за виртуелну реалност.	3,29	0,85	
	7. Виртуелна реалност не може успешно и лако да се интегрише у наставни процес.	2,94	0,95	
	8. Виртуелна реалност је скупа да би се користила у образовању.	3,33	1,00	
	10. Виртуелна реалност није погодна за учење географије.	2,46	0,97	
	12. Коришћење апликација за виртуелну реалност је компликовано.	2,98	0,89	

Напомена: Избачена је ставка 9 из конструкта „уочена ограничења и анксиозност према примени“ јер показује ниску корелацију са осталим тврдњама и код почетног и код завршног упитника. Искључивањем овог ајтема вредност Кронбаховог алфа коефицијента се повећала са 0,72 на 0,73.

Кронбахов алфа коефицијент за целокупну скалу (са преокренутим вредностима за негативно дефинисане ајтеме) износи 0,80, што представља задовољавајућу поузданост (Loewenthal, 2001; Nunnally, 1978).

На самом крају упитника је дата могућност студентима да оставе коментаре.

ЗАВРШНИ УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Садржај завршног упитника (Прилог 3) је сличан почетном упитнику.

У првом делу додата су питања са циљем да студенти изврше самопроцену обуке, док је у оквиру другог дела поновљено неколико питања која се односе на примену и ефекте ИКТ. Трећи део је садржао поновљену скалу која се односи на спремност студената за коришћење мобилних уређаја у процесима наставе и учења. Поново су израчунате вредности Кронбаховог алфа коефицијента (по конструктима: 0,89; 0,71²⁶⁴; 0,76²⁶⁵; и 0,73²⁶⁶)²⁶⁷ које показују задовољавајућу поузданост издвојених димензија и целе скале ($\alpha = 0,87$) (Loewenthal, 2001; Nunnally, 1978).

У оквиру четвртог дела студенти су прво оцењивали потенцијал примене проширене реалности у географском образовању, затим су се изјашњавали да ли би користили AR апликације које прате уџбенике које користе на факултету, потом су процењивали могућности примене ове технологије са различитим географским наставним садржајима. Укључена су и отворена питања која су од студената тражила да наведу конкретне примере (ако мисле да постоје) могуће примене проширене реалности на различитим нивоима образовања. Такође, овај део је садржао и поновљену скалу која мери став студената о могућностима примене ове технологије у настави и учењу географије. Вредност Кронбаховог алфа коефицијента по конструктима износи: 0,87²⁶⁸ и 0,66²⁶⁹, а за целу скалу 0,76.

У оквиру петог (завршног) дела упитника студенти су прво оцењивали потенцијал примене виртуелне реалности у географском образовању, затим су се изјашњавали да ли би користили HMD уређаје при учењу предмета које слушају на факултету, потом је било потребно да процене могућности ове технологије при поучавању/учењу различитих географских садржаја. Кроз отворена питања је тражено од студената да наведу примере конкретних наставних садржаја (ако постоје) који би применом технологије виртуелне реалности постали очигледнији и једноставнији за разумевање. Такође, поновљена је скала која мери став студената о могућностима примене ове технологије у настави и учењу географије. Вредности Кронбаховог алфа коефицијента (по конструктима: 0,80²⁷⁰ и 0,77²⁷¹,

²⁶⁴ Вредност Кронбаховог алфа коефицијента конструкта „уочене препреке и ограничења“ би се незнатно повећала ($\alpha = 0,72$) избацивањем ставке 15.

²⁶⁵ Вредност Кронбаховог алфа коефицијента конструкта „однос према BYOD моделу“ би се незнатно повећала ($\alpha = 0,77$) избацивањем ставке 3.

²⁶⁶ Вредност Кронбаховог алфа коефицијента конструкта „самоефикасност“ би се незнатно повећала ($\alpha = 0,74$) избацивањем ставке 1.

²⁶⁷ Све ставке су задржане због упоредивости резултата почетног и завршног упитника.

²⁶⁸ Избачена је ставка 11 из конструкта „уочена употребљивост и корисност“, јер показује ниску корелацију са осталим тврдњама и код почетног и код завршног упитника. Избацивањем овог ајтема вредност Кронбаховог алфа коефицијента се повећала са 0,85 на 0,87.

²⁶⁹ Вредност Кронбаховог алфа коефицијента би требало да буде већа од 0,70, међутим Ловентол (Loewenthal, 2001) истиче да се у одређеним случајевима може прихватити $\alpha > 0,60$ као прихватљива поузданост. Такође, избацивањем ставке 6 вредност Кронбаховог коефицијента алфа би износила 0,70. Међутим, овај ајтем је задржан због упоредивости резултата почетног и завршног упитника.

²⁷⁰ Искључивањем ставке 11 вредност Кронбаховог алфа коефицијент код конструкта „уочена употребљивост и корисност“ би износила 0,83. Међутим, овај ајтем је задржан због упоредивости резултата на почетном и завршном упитнику.

²⁷¹ Избачена је ставка 9 из конструкта „уочена ограничења и анксиозност према примени“, јер показује ниску корелацију са осталим тврдњама и код почетног и код завршног упитника. Искључивањем овог ајтема вредност Кронбаховог алфа коефицијента би се повећала са 0,71 на 0,77.

за целу скалу 0,72) показују задовољавајућу поузданост (Loewenthal, 2001; Nunnally, 1978). На самом крају упитника је дата могућност студентима да оставе коментаре.

УПИТНИК ЗА НАСТАВНИКЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Састављен је упитник (Прилог 4) посебно за потребе истраживања са наставницима географије који се састоји од четири главне целине.

Први део садржи упутства за попуњавање упитника и питања која се односе на демографске карактеристике наставника географије и њихово радно искуство.

Други део садржи питања која се односе на поседовање мобилних уређаја од стране наставника, затим колико је наставницима доступна школска ИКТ опрема, као и степен њихове примене у наставној пракси. Укључена су и питања о коришћењу BYOD концепта у пракси, као и самопроцена наставника о развијености њихових дигиталних компетенција (на десетостепеној скали од 1 – *неразвијене* до 10 – *у потпуности развијене*). Такође, састављена је и петостепена Ликертова скала (1 – *уопште се не слажем*, 3 – *неутралан/а сам* и 5 – *у потпуности се слажем*) која мери спремност за примену мобилних уређаја у настави и слична оној коришћеној у истраживању са студентима, али су ајтеми прилагођени наставницима. Величина узорка ($N = 106$) дозвољава спровођење експлоративне факторске анализе. Такође, резултати Кајзер Мајер Оклин (КМО = 0,916) и Бартлетовог теста ($\chi^2 = 1427,54$; $p < 0,001$) показују да је скуп података прикладан за факторску анализу (видети Pallant, 2017; Coakes, 2013). Извршена је анализа принципијелних компоненти (енгл. *principal component analysis*) са директном облимин ротацијом (енгл. *direct oblimin rotation*) и као резултат издвојена су три фактора (Табела 5). Пре спровођења ове анализе вредности негативно дефинисаних тврдњи су преокренуте.

Табела 5. Резултати факторске анализе

Ставке	<i>M</i>	<i>SD</i>	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
4. Мобилни уређаји стварају могућност да се учи било где и било када.	4,17	0,88	,88		
16. Коришћењем мобилних уређаја олакшава се комуникација и дистрибуција информација што је у настави битно.	4,05	0,89	,81		
7. Ученици могу стицати нова географска знања и вештине коришћењем одговарајућих образовних мобилних апликација.	4,25	0,78	,80		
5. Примери добре праксе примене мобилних уређаја у настави географије могу унапредити мој рад.	4,08	0,97	,78		
13. Мобилни уређаји могу унапредити наставу процес.	4,08	0,85	,77		
10. Паметан мобилни телефон и таблет су алати за учење.	3,96	0,93	,77		
19. Применом мобилних апликација настава географије постаје занимљивија ученицима.	4,08	0,89	,75		
20. Ученици треба да доносе своје мобилне уређаје у школу и да их користе на часовима географије.	3,34	1,09	,62		
1. Паметан мобилни телефон је савремено наставно средство.	3,95	0,89	,61		

*6. Увођењем таблета и паметних мобилних телефона само се беспотребно компликује наставни процес.	4,13	0,99	,57	
*11. Не познајем довољно могућности мобилних уређаја и апликација да би их користио/ла у настави.	3,49	1,25	,84	
2. Упознат/а сам са бројним мобилним апликацијама и онлајн алатима које могу користити у настави географије.	3,50	0,99	,75	
14. Упознат/а сам са предностима и недостацима примене мобилних уређаја у процесу образовања.	3,63	0,85	,70	
8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација и онлајн алата.	3,82	0,92	,60	
17. Успешно користим мобилне уређаје у својој наставној пракси.	3,25	1,17	,43	
15. Мобилни уређаји се тешко интегришу у наставни процес.	2,65	1,11	,72	
3. Мобилним уређајима није место у учионици.	2,25	1,21	,70	
18. Ученици не знају да користе мобилне уређаје за учење.	3,02	1,09	,67	
9. Употреба паметних мобилних телефона на часовима само одвлачи пажњу ученицима од наставних садржаја.	2,45	1,09	,59	
12. Не постоји довољно добрих апликација и онлајн садржаја који би оправдали употребу паметних мобилних телефона/таблета на часовима географије.	2,42	0,96	,40	
% варијансе објашњено		47,91	9,25	7,05
Кронбахов алфа коефицијент		0,95	0,81	0,74

Напомена: Код ставки обележених звездицом (*) добијене вредности су преокренуте (при израчунавању аритметичке средине и стандардне девијације).

Први фактор је назван „уочена корисност и предности“ и састоји се од девет позитивних тврдњи и једне негативне (вредности овог ајтема су преокренуте). Други фактор је назван „самоефикасност“ и састоји се од четири позитивне тврдње и једне негативне (чије су вредности преокренуте), док је трећи фактор назван „уочени недостаци и ограничења“ и састоји се од пет негативно формулисаних ставки. Кронбахов алфа коефицијент за целу скалу износи 0,93 (преокренуте су вредности код негативно дефинисаних тврдњи). Последњи део у овом сегменту је отворено питање у оквиру ког су наставници могли да оставе коментар или да поделе своја искуства о примени мобилних уређаја у настави.

У оквиру трећег дела наставници су (кроз отворена и затворена питања) процењивали могућности примене проширене реалности у настави географије и са различитим програмским садржајима. Такође, састављена је и скала која мери став наставника о овој технологији (слична оној у истраживању са студентима). Спроведена је експлоративна факторска анализа, јер величина узорка и резултати Кајзер Мајер Оклин (КМО = 0,777) и Бартлетовог теста ($\chi^2 = 308,24$; $p < 0,001$) дозвољавају спровођење ове анализе (Pallant, 2017; Coakes, 2013). Издвојена су два фактора (Табела 6). Први фактор је назван „уочена употребљивост“ и састоји се од шест позитивно дефинисаних тврдњи, док је други фактор назван „уочена ограничења и анксиозност према примени“ и састоји се од пет негативно и једног позитивно дефинисаног ајтема (код ког су вредности преокренуте).

Кронбахов алфа коефицијент за целу скалу износи 0,76 (преокренуте су вредности код негативно дефинисаних тврдњи). На крају овог дела је дата могућност наставницима да оставе коментар или да поделе своја искуства о примени проширене реалности у пракси.

Табела 6. Резултати факторске анализе

Ставке	<i>M</i>	<i>SD</i>	Фактор 1	Фактор 2
7. Додавање аугментованих интерактивних 3Д модела, фотографија, видео материјала и других садржаја у уџбенике и друге наставне материјале може да олакша учење географије.	4,39	0,64	,82	
4. Ученици могу самостално да креирају едукативне садржаје са проширеном реалности (на пример кроз пројектну наставу) и на тај начин унапређују своје дигиталне компетенције и знање географије.	3,90	0,74	,74	
1. Проширена реалност је корисна за визуелизацију објеката, појава и процеса који нису лако доступни за непосредно посматрање.	4,18	0,79	,71	
10. Проширена реалност може успешно да се интегрише и да унапреди наставна средства која се већ користе у настави географије.	3,98	0,76	,70	
12. Апликације за проширену реалност могу да се примене за активности ученика на теренском раду и наставним екскурзијама.	3,97	0,65	,66	
8. Уз додатну едукацију могао/ла бих да успешно организујем час са апликацијама за проширену реалност и мобилним уређајима.	4,13	0,83	,59	
6. Не постоји довољно добрих апликација и садржаја са технологијом проширене реалности који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	2,63	0,84		,74
5. Школа у којој радим не поседује одговарајућу опрему и услове за коришћење ове технологије у настави.	3,23	1,31		,67
11. Постоје ефикасније образовне технологије које могу да се користе у настави и учењу географије од проширене реалности.	2,87	0,77		,56
3. Проширену реалност је боље не користити у образовању.	2,04	0,86		,51
9. Технологија проширене реалности је скупа и компликована за коришћење да би имала примену у настави географије у нашој земљи.	2,76	1,00		,47
*2. Ученици поседују одговарајуће мобилне уређаје који се могу користити у настави са технологијом проширене реалности.	2,58	0,98		,46
% варијансе објашњено			31,45	13,74
Кронбахов алфа коефицијент			0,80	0,63 ²⁷²

Напомена: Код ставки обележених звездицом (*) добијене вредности су преокренуте (при израчунавању аритметичке средине и стандардне девијације).

²⁷² Вредност Кронбаховог алфа коефицијента би требало да буде већа од 0,70, међутим Ловентол (Loewenthal, 2001) истиче да се у одређеним случајевима може прихватити $\alpha > 0,60$ као прихватљива поузданост.

Четврти (завршини) део упитника садржи отворена и затворена питања намењена процени могућности примене виртуелне реалности у настави и са различитим географским програмским садржајима. Постављено је и питање које се односи на прихватање коришћења НМД уређаја од стране наставника. Такође, као и код истраживања са студентима састављена је кратка скала која мери став наставника о овој технологији. Сprovedена је експлоративна факторска анализа, јер величина узорка и резултати Кајзер Мајер Оклин (КМО = 0,743) и Бартлетовог теста ($\chi^2 = 432,04$, $p < 0,001$) дозвољавају спровођење ове анализе (Pallant, 2017; Coakes, 2013). Издвојена су три фактора (Табела 7). Пре спровођења ове анализе вредности негативно дефинисаних тврдњи су преокренуте.

Табела 7. Резултати факторске анализе

Ставке	<i>M</i>	<i>SD</i>	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
1. Виртуелна реалност је корисна за визуелизацију простора, објеката, појава и процеса који нису доступни ученицима за непосредно посматрање.	4,29	0,73	,85		
4. Виртуелна реалност је корисна за повећање очигледности географских наставних садржаја.	4,25	0,71	,82		
7. Неимерзивна виртуелна реалност (3Д игре, симулације и виртуелни светови), за чију је имплементацију потребан само раучнар, има значајан мотивациони и образовни потенцијал у настави географије.	4,06	0,79	,78		
10. Имерзивне виртуелне екскурзије могу значајно олакшати наставу и учење географије.	3,98	0,78	,70		
12. Уз додатну едукацију могао/ла бих да успешно организујем час са уређајима за имерзивну виртуелну реалност.	4,13	0,77	,68		
9. Успешно примењујем неимерзивну виртуелну реалност (3Д игре, симулације и виртуелни светови) у својој наставној пракси.	2,14	1,04		,89	
3. Упознат/а сам са бројним едукативним садржајима и VR апликацијама које се могу користити у настави или за самостално учење географије.	2,73	0,90		,85	
8. Не постоје стварни образовни бенефити од коришћења технологије виртуелне реалности за стицање знања и географских вештина.	2,12	0,85			,76
11. Имерзивна виртуелна реалност је скупа и недовољно истражена у настави и не би требало да се користи у образовању.	2,62	0,92			,73
5. Виртуелна реалност није погодна за наставу и учење географије, постоје много ефикаснија наставна средства.	2,13	0,83			,67
% варијансе објашњено			32,78	14,25	11,90
Кронбахов алфа коефицијент			0,85	0,78	0,68 ²⁷³

Напомена: Избачене су две ставке (ајтеми 2 и 6).

²⁷³ Вредност Кронбаховог алфа коефицијента би требало да буде већа од 0,70, међутим у случају скала са малим бројем ајтема може се прихватити $\alpha > 0,60$ као прихватљива поузданост (Loewenthal, 2001).

Први фактор је назван „уочена употребљивост“ и састоји се од пет позитивно дефинисаних тврдњи. Други фактор је назван „коришћење и упознатост“ и састоји се од две ставке. Трећи фактор је назван „анксиозност према примени“ и састоји из три негативно дефинисаних тврдњи. Кронбахов алфа коефицијент за целу скалу износи 0,80 (преокренуте су вредности код негативно дефинисаних тврдњи). На крају упитника је дата могућност наставницима да оставе коментар или да поделе своја искуства о примени виртуелне реалности у пракси.

УЗОРАК

Ради сагледавања стања, степена прихваћености и примене мобилних уређаја у пракси, као и ради прикупљања мишљења о могућностима примене технологија проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије у истраживање су укључени и студенти и наставници географије.

УЗОРАК У ИСТРАЖИВАЊУ СА СТУДЕНТИМА ГЕОГРАФИЈЕ

У истраживању са студентима коришћен је пригодан узорак. За студенте четврте године основних академских студија (студијски програм: *Дипломирани професор географије*) и студенте мастер академских студија (студијски програм: *Мастер професор географије*) који су у летњем семестру школске 2016/2017. године на Природно-математичког факултету у Новом Саду слушали предмете *Иновације у настави географије* и *Активизација у настави географије* организована је обука и истраживање о могућностима примене мобилних уређаја и технологија проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије у трајању од четири недеље.

На почетку обуке 51 студент је узео учешће у истраживању (толико студената је попунило почетни упитник). Коначан узорак (који је коришћен у свим анализама) је смањен на укупно 48 студената, јер су три студента одустала (један студент мастер студија и два студента основних студија географије). Студент мастер студија је у току истраживања променио изборни предмет (одустао је од слушања предмета *Активизација у настави географије*) и није наставио са испуњавањем активности у вези са овим истраживањем на Фејсбук групи. Један студент основних студија се у почетном упитнику изјаснио да не жели да настави да учествује у истраживању (разлог који је навео је био тај да мисли да студенти нису довољно обучени и припремљени за оваква истраживања), док други студент није попунио завршни упитник.

У узорку (Табела 8) преовлађују студенти женског пола (60,42%), док је просечна старост 24,52 ($SD = 3,76$) године. По питању поседовања мобилних уређаја, 81,25% учесника је пријавило да поседује лаптоп рачунар, 93,75% паметан телефон, а таблет свега 20,83%. Само један студент који је учествовао у истраживању није поседовао ни један од поменутих мобилних уређаја, док је 81,25% студената пријавило да поседује два или више мобилних уређаја. Студенти који поседују мобилне уређаје најчешће користе лаптоп рачунаре ($M = 4,10$; $SD = 0,85$), а знатно мање паметне телефоне ($M = 3,36$; $SD = 1,09$) и таблете ($M = 3,20$; $SD = 1,32$) за учење. Половина студената (50%) бар понекад учи заједно са колегама и већина (62,50%) често размењује информације и ресурсе везане за предмете које похађају на факултету. Такође, већина студената (89,58%) бар понекад користи доступне ресурсе на интернету за учење. Само 20,83% студената често користи апликације за мобилне уређаје за учење, док то понекад ради 41,67% учесника.

Табела 8. Карактеристике узорка – истраживање са студентима географије (N = 48)

Варијабле		n	%	Варијабле		n	%	
Пол	женски	29	60,4	Употреба ресурса са интернета за учење	никад	1	2,1	
	мушки	19	39,6		ретко	4	8,3	
Године старости	21-25	36	75,0		понекад	17	35,4	
	26-30	10	20,8		често	20	41,7	
	31-35	1	2,1		увек	6	12,5	
	36-40	0	0,0		Употреба апликација за мобилне уређаје за учење	никад	7	14,6
	41-45	1	2,1		ретко	11	22,9	
Ниво студија	основне	40	83,3		понекад	20	41,7	
	интегрисане	4	8,3		често	9	18,8	
	мастер	4	8,3		увек	1	2,1	
поседовање лаптоп рачунара	да	39	81,2	Број AR апликација на мобилним уређајима	без апликација	31	64,6	
	не	9	18,8		једна	12	25,0	
поседовање паметног телефона	да	45	93,8		две	3	6,2	
	не	3	6,2	три	2	4,2		
поседовање таблета или iPad-а	да	10	20,8	Искуство са HMD уређајима	да	13	72,9	
	не	38	79,2		не	35	27,1	

Студенти прилично високо процењују²⁷⁴ развијеност своје дигиталне компетенције просечно 7,04 ($SD = 1,69$). Такође, већина студената (56,25%) мисли да ИКТ углавном позитивно утичу на учење, док 22,92% мисли да понекад позитивно утичу, а 18,75% да увек позитивно утичу, док само један студент (2,08%) мисли да немају утицаја. Ниједан студент географије није одабрао опцију да ИКТ утичу негативно на учење.

Једна трећина узорка (33,33%) није знала ништа о примени проширене реалности у образовању пре учешћа у овом истраживању, а 50% студената је било само делимично упознато са могућностима коришћена ове технологије у образовању. Осам студената (16,67%) је било упознато, од којих су два студента (4,17%) били у потпуности упознати са овом тематиком. Само 17 студената (што представља 35,42% узорка) је у тренутку започињана истраживања имало претходно инсталиране апликације (изузимајући оне које су затражене од њих да инсталирају у припремној фази) које се базирају или подржавају технологију проширене реалности на својим мобилним уређајима. Такође, пре обуке, без личног искуства примене ове технологије је било 45,83% студената.

Већина студената (60,42%) није знала ништа, или су имали минимална сазнања о примени виртуелне реалности у образовању пре учешћа у овом истраживању, а 27,08% њих је било делимично упознато. Само шест студената (12,50%) је било упознато, од којих су три студента (6,25%) били у потпуности упознати. Такође, половина студената никада није користила декстоп виртуелну реалност (односно видео игре, симулације или виртуелне светове) у образовне сврхе. Лично искуство са HMD уређајима за имерзивну виртуелну реалност пре почетка обуке је имало свега 13 студената²⁷⁵ (што представља 27,08% узорка). Студенти који су имали претходно искуство са имерзивном виртуелном реалношћу најчешће су испробали *Google Cardboard* ($n = 9$), *PlayStation VR* ($n = 4$) и *Samsung Gear VR* ($n = 3$).

²⁷⁴ На десетостепеној скали од 1 (у значењу *неразвијене*) до 10 (у значењу у *потпуности развијене*).

²⁷⁵ Седам студената је претходно испробало само један HMD уређај, четири студента су испробала два уређаја, док су два студента означила да су испробали више од два HMD уређаја.

УЗОРАК У ИСТРАЖИВАЊУ СА НАСТАВНИЦИМА ГЕОГРАФИЈЕ

Популацију у овом истраживању чине наставници географије који предају у основним и средњим школама у Републици Србији. Позвано је више од 350 наставника географије (путем персонализованих мејлова или личним позивом) да учествују у овом истраживању. Такође, позив је дистрибуиран и преко група на друштвеној мрежи Фејсбук посвећеним наставницима географије у Републици Србији. Наставници нису добили надокнаду за учешће у овом истраживању, али је била обезбеђена потврда (Прилог 5). На крају истраживања прикупљени су одговори од 106²⁷⁶ наставника географије. Карактеристике узорка су приказане у Табели 9.

Табела 9. Карактеристике узорка – истраживање са наставницима географије ($N = 106$)

Варијабле		<i>n</i>	%	Варијабле		<i>n</i>	%
Пол	женски	81	76,4	приступ дигиталној учионици	да	53	50,0
	мушки	25	23,6	приступ дигиталној учионици	не	53	50,0
Године старости	≤35	18	17,0	приступ рачунару у учионици	да	76	71,7
	36-50	67	63,2	приступ рачунару у учионици	не	30	28,3
	≥51	21	19,8	приступ интернету у учионици	да	70	66,0
Године радног стажа	≤5	13	12,3	приступ интернету у учионици	не	36	34,0
	6-10	20	18,9	поседовање лаптоп рачунара	да	93	87,7
	11-15	20	18,9	поседовање лаптоп рачунара	не	13	12,3
	16-20	27	25,5	поседовање паметног телефона	да	91	85,8
	21-25	11	10,4	поседовање паметног телефона	не	15	14,2
	26-30	12	11,3	поседовање таблета или iPad-a	да	37	34,9
Запослен/а у	≥31	3	2,8	поседовање таблета или iPad-a	не	69	65,1
	основној школи	41	38,7	Коришћење мобилних уређаја у школским прописима	није регулисано	26	24,5
	средњој школи и у основној и у средњој школи	40	37,7	Коришћење мобилних уређаја у школским прописима	није дозвољено	57	53,8
Место школе/а запослења	и у основној и у средњој школи	25	23,6	Коришћење мобилних уређаја у школским прописима	није дозвољено али се толерише	5	4,7
	сеоска средина	8	7,5	Учесталост примене мобилних уређаја у настави	дозвољено је	18	17,0
	градска средина и у сеоској и у градској средини	74	69,8	Учесталост примене мобилних уређаја у настави	никад	19	17,9
Врста школе запослења	и у сеоској и у градској средини	24	22,6	Учесталост примене мобилних уређаја у настави	ретко - једном у полугодишту	35	33,0
	државна	102	96,2	Учесталост примене мобилних уређаја у настави	понекад - једном месечно	32	30,2
Врста школе запослења	приватна	4	3,8	Учесталост примене мобилних уређаја у настави	често - сваке недеље	20	18,9

Од укупног броја наставника који су учествовали у истраживању 76,42% је женског пола. Према OECD-у (2019), у готово свим државама у Европи, већину наставника у основним и средњим школама чине особе женског пола. Такође, то је у складу са сличним истраживањима и општом полном структуром наставника географије у Републици Србији

²⁷⁶ Већина упитника је попуњена електронски ($n = 79$), док је 27 урађено у Word или одштампаној верзији.

(видети Илић, 2014; Lukić et al., 2019). Просечна старост наставника је 43,08 година ($SD = 8,20$) и узорак је изједначен према броју наставника који предају у основној и средњој школи.

Приступ дигиталној учионици у школи има 50% наставника географије, док 71,70% има рачунар у учионици (а 66,04% има и приступ интернету). Петнаест наставника (14,15%) укључених у ово истраживање нема приступ ни дигиталној учионици, нити рачунару у учионици/кабинету за географију. По питању поседовања мобилних уређаја, 87,74% поседује лаптоп рачунар, а 85,85% паметан телефон, док таблет поседује свега 34,91% наставника географије. Само један наставник пријављује да не поседује ни један од поменутих мобилних уређаја, док 80,19% наставника географије наводи да поседује два или више мобилних уређаја.

Учесници у истраживању доста високо процењују²⁷⁷ развијеност своје дигиталне компетенције просечно 7,24 ($SD = 1,75$), што можда указује да су се позиву за учешће у истраживању махом одазвали наставници са вишим степеном развијености ове компетенције. Такође, већина наставника (63,21%) мисли да ИКТ углавном позитивно утичу на учење, док 22,64% мисли да увек позитивно утичу, а 13,21% да понекад позитивно утичу, док само један наставник (0,94%) мисли да немају утицаја. Ниједан наставник није одабрао опцију да ИКТ утичу негативно на учење.

Већина наставника географије (58,49%) ради у школама у којима је школским правилником забрањено коришћење мобилних уређаја на часовима, међутим пет наставника (4,72%) пријављује да се упркос забрани мобилни уређаји могу користити у пракси без проблема. Само 18 наставника (16,98%) ради у школама у којима је прописима дозвољено коришћење ових уређаја, док је 26 наставника (24,53%) запослено у школама у којима ово питање није регулисано. Наставници који раде у више школа дали су одговор за школу у којој имају највећи фонд часова (уколико постоје разлике). Скоро половина наставника (49,06%) понекад (бар једном месечно) или често (сваке недеље) организује наставу тако да ученици користе мобилне уређаје (укључујући и примену BYOD концепта). Такође, већина наставника (61,32%) понекад (једном месечно) задаје домаће задатке или групне пројекте чија реализација захтева од ученика да код куће користе онлајн алате и/или апликације за рачунаре и/или мобилне уређаје, ову праксу никад не примењује само три наставника (2,83%), док је 15,09% наставника примењује понекад (једном месечно), а 20,75% често (сваке недеље).

Сви наставници географије укључени у ово истраживање бар понекад користе ресурсе и алате доступне на интернету за професионални развој и препрему часова и већина наставника (61,32%) често (или на сваком часу) користи доступне ИКТ у школи. Властите мобилне уређаје за потребе наставе је бар једном користило 76,42% учесника, док само 15 наставника (14,15%) никада није дозволило ученицима да користе сопствене мобилне уређаје на часовима.

Око једна трећина наставника (32,08%) није знала ништа, или су имали минимално сазнање о примени проширене реалности у настави пре учешћа у овом истраживању, а 36,79% наставника је било само делимично упознато са могућностима коришћена ове технологије у образовању, док је 28,30% било углавном упознато, а само три наставника (2,83%) су били у потпуности упознати. Већина наставника (53,77%) није знала ништа, или су имали минимално сазнање о примени десктоп виртуелне реалности у настави географије пре учешћа у овом истраживању, а 33,96% њих је било само делимично упознато, док је

²⁷⁷ На десетостепеној скали од 1 (у значењу *неразвијене*) до 10 (у значењу *у потпуности развијене*).

10,38% било углавном упознато, а само два наставника (1,89%) су навели да су били у потпуности упознати. Такође, већина наставника (57,54%) није знала ништа, или су имали минимална сазнања о примени имерзивне виртуелне реалности у процесима наставе и учења пре учешћа у овом истраживању, а 33,02% њих је било делимично упознато, док је 8,49% било углавном упознато, а само један наставник (0,94%) је био у потпуности упознат. Два наставника (1,89% узорка) су имала искуство са применом имерзивне виртуелне реалности (са *Google Cardboard* уређајима) у властитој наставној пракси пре учешћа у овом истраживању.

ПРОЦЕДУРА И КОРИШЋЕНИ МАТЕРИЈАЛИ У ИСТРАЖИВАЊУ

Истраживања са студентима и наставницима географије су одвојено приказана и детаљно су описана у наставку.

ОПИС ИСТРАЖИВАЊА СА СТУДЕНТИМА ГЕОГРАФИЈЕ

Истраживање са студентима географије је организовано у летњем семестру школске 2016/2017. године у трајању од четири недеље²⁷⁸ и спроведено је хибридно, односно комбинацијом предавања и учења путем интернета (видети Схема 7).

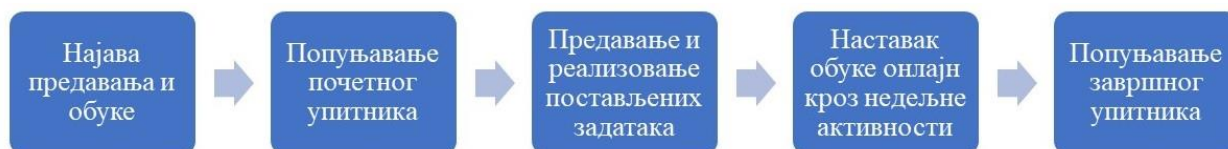


Схема 7. Ток истраживања са студентима географије

Путем објаве на Фејсбук групи „Иновације у настави географије 2016/2017.“ кандидат се 02.3.2017. године представио студентима, притом је укратко објаснио тему предавања и упознао је студенте са задацима и потребним припремама (што је обухватало и преузимање одређених апликација за мобилне уређаје). Студенти су на предавање дошли претходно упознати са садржајем предавања и активностима (Прилог 6).

ПРЕДАВАЊЕ

Кандидат је 03.3.2017. године одржао предавање о могућностима примене проширене и виртуелне реалности у настави географије у трајању од три сата (од 10 до 13 часова) уз једну паузу од десетак минута. Пре почетка предавања студентима су прослеђени почетни упитници и задаци (Прилози 2 и 6) у папирној форми и додатни материјали. Предавању је присуствовало 45 студената.

Студентима је објашњено како да попуне почетни упитник (Прилог 2) и кандидат је одговорио на питања која су била постављена. Попуњавање упитника је трајало око 15 минута и сви присутни студенти ($n = 45$) су попунили почетни упитник. За студенте који нису присуствовали предавању, а који су били пријављени да похађају предмете *Иновације у настави географије* (основне академске студије и интегрисане академске студије) и *Активизација у настави географије* (мастер академске студије) школске 2016/2017. године,

²⁷⁸ Напомена: Попуњавање завршног упитника је било продужено за додатних десетак дана како би се изашло у сусрет одређеном броју студената (који због других обавеза нису стигли да на време попуне упитник).

на Фејсбук групи „Иновације у настави географије 2016/2017.“ била је доступна истоветна онлајн верзија почетног упитника (направљена уз помоћ алата Google Forms), као и презентација. Такође, студенти који нису били присутни су штампану верзију почетног упитника, задатке и материјале могли да преузму на консултацијама или наредном предавању. Накнадно је почетни упитник попунило још шест студената.

Кандидат се на почетку предавања осврнуо на социо-економске промене и утицај нових технологија на образовање, као и на значај дигиталне и компетенције за целоживотно учење. Потом је неколико наредних слајдова било посвећено Блумовој дигиталној таксономији (видети Churches, 2008) и популарним онлајн алатима и мобилним апликацијама (као што су: *Google G Suite*²⁷⁹, *Google Classroom*²⁸⁰, *Google Earth*²⁸¹, *Street View*²⁸², *Microsoft Sway*²⁸³, *Skype*²⁸⁴, *Padlet*²⁸⁵, *Canva*²⁸⁶, *Thinglink*, *Kahoot!*²⁸⁷, *Socrative*²⁸⁸, *Plickers*²⁸⁹, *ClassDojo*²⁹⁰, *Classcraft*²⁹¹ и друге) које се користе у наставном процесу у појединим школама у Републици Србији, као и при реализацији међународних *eTwinning* и *Scientix* пројеката. Посебна пажња је била посвећена BYOD иницијативи и прописима и другим званичним документима (почевши од „Закон о основама система образовања и васпитања“ [Службени гласник РС, број 88/2017] и „Смерница за унапређивање улоге информационо-комуникационих технологија у образовању“ [Национални просветни савет, 2013]) који регулишу или говоре о коришћењу мобилних уређаја у наставном процесу.

Први задатак (видети Прилог 6) се односио на сагледавање могућности које нуде паметни телефони и други мобилни уређаји. Од студената је затражено да напишу одговор на питање „Које све уређаје мобилне апликације могу да замене?“ и да размисле како мобилни уређаји утичу на образовање. Студентима је дато око пет минута за одговор (који су могли да напишу на за то припремљеном *Padlet*-у или на добијеном самолепљивом листићу). Неки од одговора студената су:

- „Ученик у сваком тренутку и на сваком месту може имати помоћ речника, енциклопедије, итд. Ученик може да дели разне садржаје са другим ученицима и наставницима. Мобилни телефон може да замени сат, радио, ТВ, компас и бројне друге уређаје.“

- „Утичу на доступност потребних информација на сваком месту, у свако време, као и размену истих. Један мобилни уређај може заменити рачунар, фотоапарат, музички/видео плејер, ...“

Други део презентације односио се на коришћење QR кодова у образовању. Појам и процес прављења QR кодова је објашњен и студенти су имали прилику да се упознају са различитим примерима примене (у уџбеницима, постерима, за организовање игара у учионици или у оквиру простора школе и слично) и да испробају тест са QR кодом (Прилог 7) који су добили међу одштампаним материјалима.

²⁷⁹ <https://edu.google.com/products/gsuite-for-education/>

²⁸⁰ <https://edu.google.com/products/classroom/>

²⁸¹ <https://earth.google.com/web/>

²⁸² <https://www.google.rs/streetview/>

²⁸³ <https://sway.office.com>

²⁸⁴ <https://www.skype.com>

²⁸⁵ <https://sr.padlet.com/>

²⁸⁶ <https://www.canva.com/>

²⁸⁷ <https://kahoot.com/>

²⁸⁸ <https://socrative.com/>

²⁸⁹ <https://get.plickers.com/>

²⁹⁰ <https://www.classdojo.com/>

²⁹¹ <https://www.classcraft.com/>

Други задатак се односио на прављење QR кодова уз помоћ онлајн алата „QR Stuff“²⁹². Објашњење како користити овај алат и кораци у изради су били укључени у презентацију. Од студената је затражено да направе QR код за садржај или веб адресу по избору (али да је у вези са географијом). У учионици је било доступно само десетак рачунара, тако да је већина студената овај задатак урадила на својим мобилним уређајима. Направљене QR кодове (Слика 28) су могли да поделе на за то припремљен *Padlet*. Како би мотивисали студенте да буду активнији у реализацији задатака дата им је могућност и да направљени QR код пошаљу предметном професору (проф. др Анђелија Ивков-Цигурски) на имејл адресу како би добили додатан бод у оквиру предмета који слушају (*Иновације у настави географије* или *Активизација у настави географије*).



Слика 28. Један од QR кодова које су направили студенти

Кроз трећи део презентације кандидат је представио могућности примене проширене реалности у образовању и настави географије. Неколико слајдова је било посвећено појму проширене реалности и објашњен је континуум виртуелности (видети Milgram, Kishino, 1994). Кроз историјски развој објашњена је и подела ове технологије. Проширена реалност заснована на маркерима је приказана кроз различите примере: апликацију која прати уџбеник географије за седми разред (Тадић, 2016), прототип аугментованог теста (Прилог 8) који је кандидат направио уз помоћ алата „ZapWorks Studio“²⁹³ и *Збирке задатака са такмичења из географије* (видети Милановић et al., 2008), апликације „LandscapAR“ и „EON Experience AVR“²⁹⁴, AR постере поједних држава у Европи који су направљени у оквиру *eTwinning* пројекта „Interactive European Pathways“ и друге. Примена ове технологије у неформалном образовању (у музејима, галеријама, научним центрима и слично) је поменута кроз изложбу „Србија 1914“ Историјског музеја Србије. Студенти су међу одштампаним материјалима добили примерак аугментованог теста (Прилог 8), два постера из пројекта „Interactive European Pathways“, као и радни лист „The Rockwell Adventures – Solar System Expedition“ (Key, 2016). Проширена реалност без маркера је објашњена кроз „Tango“ пројекат компаније „Гугл“, „AR Sandbox“ и кроз апликацију „HoloTour“ за *Microsoft HoloLens*. Проширена реалност заснована на локацији је додатно појашњена на примеру апликација „Pokémon GO“ и „Geosam“, поменути су примери из појединих истраживања, као и „Streetmuseum“²⁹⁵ апликација Музеја Лондона.

Трећи задатак се односио на прављење аугментованих садржаја са онлајн алатом „Aurasma Studio“²⁹⁶. За сваког студента је отворен посебан налог и унети су материјали

²⁹² <https://www.qrstuff.com/>

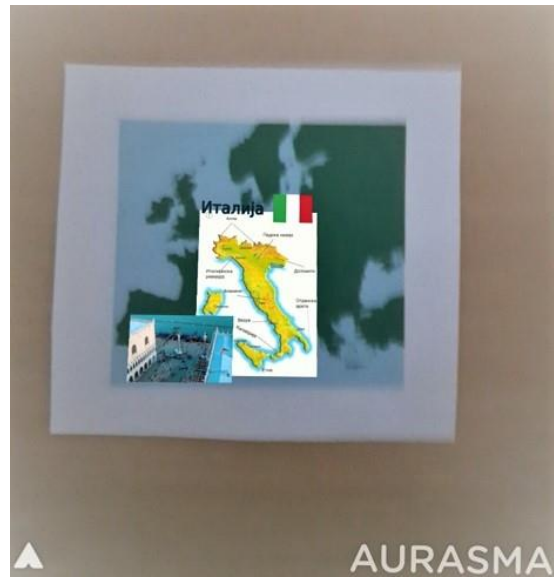
²⁹³ <https://zap.works/studio/>

²⁹⁴ Апликација је променила назив у „Creator AVR“: <https://www.eonreality.com/platform/creator-avr/>

²⁹⁵ <https://www.museumoflondon.org.uk/discover/museum-london-apps>

²⁹⁶ Назив је прво промењен у „HP Reveal Studio“ (<https://studio.hpreveal.com/landing>), а у јулу 2019. године овај алат за непосредну израду је укинута.

потребни за праћење упутства из презентације. Радни пример се односио на додавање аугментованих садржаја на одабрану слику (коју су студенти добили одштампану) на којој је приказана Европа са обележеним положајем Италије. Слика се може искористити и у оквиру постера слично онима направљеним у оквиру *eTwinning* пројекта „Interactive European Pathways“. Због ограниченог броја рачунара у учионици, студенти су овај задатак радили у групама. Студенти су се распоредили у 12 група (према месту седења), али због распореда рачунара у учионици нису сви чланови појединих група могли активно да учествују. Све групе су на сличан начин (као што је било приказано на презентацији) успешно урадиле овај задатак (Слика 29).



Слика 29. Пример урађеног трећег задатка (сликано кроз апликацију „Aurasma“)
 Фото: Стојишић, И., 2017. године

Кроз четврти (последњи) део презентације кандидат је представио могућности примене виртуелне реалности у образовању и настави географије. Прво је објашњен појам и подела виртуелне реалности на неимерзивну (десктоп) и имерзивну виртуелну реалност. Представљени су примери десктоп виртуелне реалности, а посебна пажња је посвећена игри „Minecraft“ и верзији ове игре намењеној образовању („Minecraft: Education Edition“). Неколико наредних слајдова је било посвећено имерзивној виртуелној реалности, односно различитим HMD уређајима и CAVE системима и додатној опреми. *Google Cardboard* уређај и истоимена платформа су детаљно представљени, укључујући и подржане апликације (као што су: „Cardboard“, „Google Expeditions“, „Street View“, „Cardboard Camera“, „Titans of Space“, „Sites in VR“, „CoSpaces Edu“ и друге). Треба истаћи да је неколико слајдова било посвећено како се имерзивна виртуелна реалност користи у истраживањима, односно приказани су примери употребе 360° камера у припреми будућих наставника (Слика 30) и нека истраживања Лабораторије за виртуелну људску интеракцију (енгл. *Virtual Human Interaction Lab*) Универзитета Станфорд са HMD уређајима (видети Bailenson, 2018; Blascovich, Bailenson, 2012). Примена ове технологије у неформалном образовању је била обрађена на примеру апликације „Доживи Теслу“ Музеја Николе Тесле у Београду. На крају су истакнуте могуће препреке и недостаци (као што су: доступност одговарајућих уређаја, величина меморије и трајање батерије таблета/паметног телефона, прописи школа, развијеност дигиталне компетенције наставника, осећај мучнине који имерзивна виртуелна реалност може да изазове и други) и истакнуте су припремне радње и

безбедносне мере које је неопходно предузети при примени имерзивних технологија у наставном процесу.



Слика 30. Могућности примене 360° камера у педагошким истраживањима и припреми будућих наставника (сликано на конференцији „Нове технологије у образовању 2017“) Фото: Стојишић, И., Београд, 2017. године

Четврти задатак је био замишљен тако да студенти испробају *Google Cardboard* и апликације као што су: „Cardboard“, „Cardboard Camera“, „Google Expeditions“, „Sites in VR“ и „Street View“. Кандидат је понео пластичне *Google Cardboard*-е, два pametna телефона који подржавају ову платформу и таблет. Заинтересовани студенти су испробавали апликације и постављали питања. Такође, за студенте су били обезбеђени картонски *Google Cardboard*-и које су могли да испробају са својим телефонима и да их понесу. Међутим, већина студената није имала одговарајуће pametne телефоне, тако да је само десетак студената узело картонске *Google Cardboard*-е.

На крају студенти су имали прилику да изврше евалуацију предавања и задатака, али је само 14 студената искористило ову могућност (шест студената је евалуацију урадило уз помоћ онлајн упитника, док је осам студената евалуацију урадило на прослеђеним папирићима). Пет од шест студената који су евалуацију урадили онлајн је предавање и задатке оценило најпозитивнијим симболом (у нумеричком значењу 5, на скали од 1 до 5), а један студент је дао оцену 4. Студенти који су евалуацију извршили на самолепљивим папирићима су предавању и задацима дали најбољу оцену (Слика 31).



Слика 31. Евалуација предавања и задатака од стране студената географије Фото: Стојишић, И., 2017. године

Пре одласка студентима је речено да одштапане материјале и *Google Cardboard*-е које су добили искористе како би се (самостално или са колегама који имају одговарајуће паметне телефоне) што боље упознали са могућностима имерзивних технологија. Такође, студенти су обавештани да се обука наставља онлајн и да ће на крају попуњавати завршни упитник.

ОНЛАЈН АКТИВНОСТИ (ОПИС ПО НЕДЕЉАМА)

За сваку недељу онлајн обуке су биле припремљене активности које су достављане кроз Фејсбук групу „Иновације у настави географије 2016/2017.“.

У оквиру прве недеље онлајн обуке студенти су имали задатак да погледају TED видео²⁹⁷ „Michael Bodekaer - This virtual lab will revolutionize science class“ са титлом на српском језику и да анализирају неколико припрема часова са *Google Cardboard*-ом и апликацијом „Google Expeditions“. Такође, студенти су замољени да ураде задатке са предавања (ако их нису урадили или нису били присутни).

Активност за другу недељу се односила на евалуацију мобилних, AR и VR апликација. Студенти су кроз текст упознати са овом проблематиком и поступком како да изврше критичку процену (на пример кроз усмеравајућа питања²⁹⁸). Као практичан задатак од студената је тражено да одаберу једну AR/VR или мобилну апликацију и да изврше њену евалуацију. Задатак је захтевао да студенти наведу програмске садржаје при чијој реализацији би користили одабрану апликацију, затим да одговоре на усмеравајућа питања и попуне петостепену скалу коју Раду (видети Radu, 2014) предлаже да се користи при евалуацији потенцијала за учење образовних апликација (пре њихове примене у настави). На крају је 17 студената успешно завршило овај задатак и за то су добили три додатна поена у оквиру предмета који су похађали.

Трећа недеља онлајн обуке је била посвећена проширеној реалности. Студенти су имали задатак да погледају излагање²⁹⁹ „Технологија проширене створности у образовању“ проф. др Мирославе Ристић и Николе Илића са конференције „Нове технологије у образовању 2017“. Урађен је кратак преглед и презентоване су додатне информације у вези ове технологије, односно различити начини примене (и са и без маркера) у настави географије. Такође, приказани су поједини алати за непосредну израду аугментованих садржаја (као што су „Blippar“, „Zappar“ и слични) и дата су појашњења у вези апликација „Aurasma“ и „LandscapeAR“. Студенти су подстицани да постављају питања у вези интеграције и примене ове технологије у настави и учењу географије.

Последња (четврта) недеља је обухватала додатне информације у вези интеграције имерзивне виртуелне реалности и примере примене имерзивних технологија из учионица широм света. Такође, студентима је достављен завршни упитник (Прилог 3) и у папирном и у електронском облику чиме је обука завршена. Рок за попуњавање завршног упитника је продужен због обавеза појединих студената.

²⁹⁷ Доступан је на:

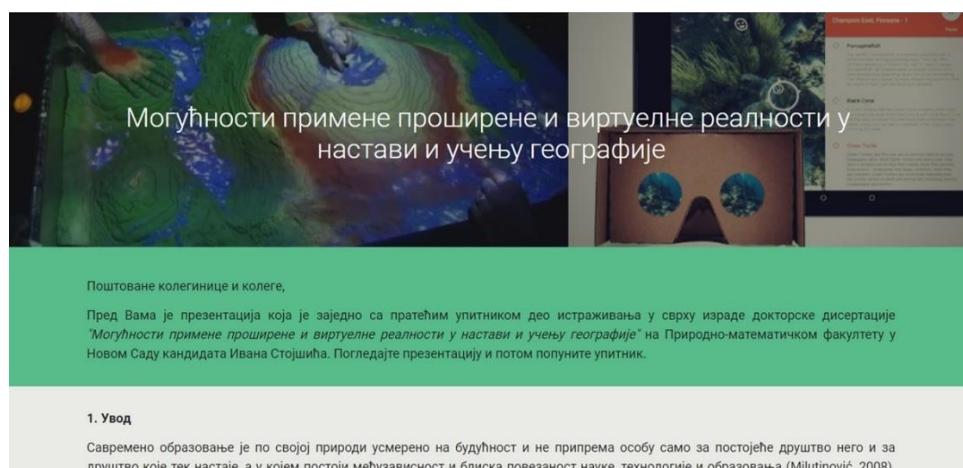
https://www.ted.com/talks/michael_bodekaer_this_virtual_lab_will_revolutionize_science_class

²⁹⁸ Као што су: *Како примена одабране апликације унапређује наставу и на који проблем утиче?, Да ли одговара узрасту ученика? и Да ли је довољно позната наставнику и ученицима?*

²⁹⁹ Видео је доступан на: <https://www.youtube.com/watch?v=OvEVZ-yFkv0> (од 1:59:43 до 2:15:26).

ОПИС ИСТРАЖИВАЊА СА НАСТАВНИЦИМА ГЕОГРАФИЈЕ

За потребе истраживања са наставницима географије направљена је онлајн презентација (<https://sites.google.com/view/vrgeonastava>). Презентација (Слика 32) је организована у неколико целина. На почетку објашњена је сврха презентације и истраживања. У уводном делу истакнуто је место ИКТ-а у савременом образовању и споменуте су бројне апликације и алати који се користе (или се могу користити) у наставном процесу. Затим су дефинисани појмови проширене и виртуелне реалности. Трећи одељак презентације садржи информације о примени проширене реалности у образовању и представљене су поједине апликације које се могу користити у настави географије. Четврти део презентације је посвећен примени виртуелне реалности у образовању и могућностима коришћења ове технологије у настави и учењу географије. Завршни (пети) део презентације садржи: закључак (са нагласком на циљ истраживања), информације о литератури која је коришћена при писању текста презентације и електронске упитнике.



Слика 32. Изглед почетка презентације

Извор: <https://sites.google.com/view/vrgeonastava>

По добијању повратних информација у вези са презентацијом и одобрења од менторке (проф. др Анђелија Ивков-Џигурски), кандидат је започео са позивањем наставника географије да узму учешће у овом истраживању. Први позив је прослеђен на имејл адресе око 350 наставника географије крајем новембра и током децембра 2017. године (кандидат је слао појединачне и персонализоване мејлове са објашњењем истраживања и директним линковима ка презентацији и онлајн упитницима)³⁰⁰. У периоду од 12.01. до 18.01.2018. године упућен је други позив наставницима за учешће у истраживању, док је трећи позив послат крајем марта (26.-28.3.2018. године). Поред дистрибуције презентације и упитника путем имејла, коришћене су и Фејсбук групе како би се наставници географије позвали да учествују у истраживању. Обавештење је неколико пута (током децембра, јануара, фебруара и марта) постављано на следеће Фејсбук групе: „Актив наставника

³⁰⁰ На захтев наставника, направљена је и истоветна верзија упитника у Word-у (Прилог 4). Већина прослеђених позива је садржала и ову верзију упитника у прилогу (односно наставницима је дата могућност да изабере да ли желе да попуне онлајн упитник или верзију у Word-у). Појединим наставницима је достављена и одштампана верзија упитника.

географије³⁰¹, „Професори географије“³⁰² и „Велика зборница - група просветних радника“³⁰³. Истраживање је трајало пет месеци (од краја новембра 2017. године до средине/краја априла 2018. године).

Треба напоменути да је истраживање осмишљено да буде анонимно, али је остављена могућност наставницима да на одвојеном упитнику (формулару) оставе личне податке како би добили потврду о учешћу у истраживању (Прилог 5). Већина наставника (62,26%) је оставила податке за добијање потврде. За наставнике ($n = 55$) који су током новембра, децембра и јануара учествовали у истраживању 31.01.2018. године су послате потврде. Наставници ($n = 4$) који су попунили упитнике у фебруару су потврде добили 01.3.2018. године, док су наставници ($n = 5$) који су узели учеће у истраживању у марту потврде добили 03.4.2018. године. Истраживање је продужено до средине априла на захтев пар наставника, тако да су преостале две потврде послате 30.4.2018. године чиме је истраживање завршено. Укупно је послато 66 електронских потврда.

ОБРАДА ПОДАТАКА

Током истраживања (и са студентима и са наставницима географије) прикупљени су и квантитативни и квалитативни подаци.

При обради квантитативних података коришћен је статистички пакет IBM SPSS (верзија 21), док су при обради квалитативних података (отворена питања и коментари) тражени заједнички сегменти у одговорима (студената и наставника географије) који су у *Excel*-у груписани како би им се утврдила учесталост.

Поред примене дескриптивне статистике (израчунавање средњих вредности и мера одступања) у складу са постављеним хипотезама коришћени су различити статистички тестови. При тестирању хипотеза примењени су непараметарски статистички поступци, јер величине група анализираних независних варијабли нису уједначене, а такође зависне варијабли су често одступале од нормалне дистрибуције (видети López et al., 2015).

Примењени статистички тестови су:

- Вилкоксон тест ранга (енгл. *Wilcoxon signed-rank test*), непараметарска верзија t теста упарених узорака, је употребљен при тестирању прве, друге и треће хипотезе.
- Израчунавање Спирманове корелације (енгл. *Spearman's rank-order correlation*) је извршено у склопу тестирања прве и шесте хипотезе.
- Крускал-Волисов тест (енгл. *Kruskal-Wallis test*), непараметарска верзија једнофакторског ANOVA теста, је коришћен за тестирање друге, пете и шесте хипотезе.
- Ман-Витнијев тест (енгл. *Mann-Whitney U test*), непараметарска верзија t теста независних узорака, је употребљен при тестирању друге, треће, четврте, пете и шесте хипотезе.
- Хи квадрат тест (енгл. *Chi-Square test*) је коришћен у оквиру тестирања друге, треће и четврте хипотезе.

У склопу додатних анализа спроведене су *кластер* и *SWOT* анализа.

- Кластер анализа је употребљена како би се наставници географије сврстали у групе према одговорима на пет улазних варијабли које се односе на њихову дигиталну писменост, коришћење доступних ИКТ у настави и спремност да користе мобилне уређаје у пракси (односна њихова самоефикасност и уочена корисност и ограничења ових уређаја). Примењен је хијерархијски метод са Вардовим алгоритмом кластерованја (енгл. *Ward's*

³⁰¹ <https://www.facebook.com/groups/aktivnastavnikageografije/>

³⁰² <https://www.facebook.com/groups/136990933177426>

³⁰³ <https://www.facebook.com/groups/274151386014491/>

clustering algorithm), јер је овај метод погодан када истраживачи немају унапред познат број кластера (видети Antonenko et al., 2012).

- SWOT анализа се користи када је потребно развијати стратегије (у овом случају предлог интеграције) засноване на релевантним интерним и екстерним информацијама. При изради ове анализе могу се користити различити примарни³⁰⁴ и секундарни³⁰⁵ подаци (Sayyed et al., 2013). На основу прегледа литературе, анализе стања и одговора студената и наставника географије на поједина отворена и затворена питања издвојени су фактори тако да одговарају компонентама SWOT анализе. Снаге и слабости се могу посматрати као интерни елементи (у овом случају то су фактори на нивоу школе, односно карактеристике имерзивних технологија, наставника и ученика), док су могућности и опасности везане за спољашње (екстерне) утицаје (Todorović, Ružičić, 2011).

³⁰⁴ Као што су подаци прикупљени анкетним истраживањем или интервјуима.

³⁰⁵ Као што су званични документи, литература и други показатељи стања.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања су приказани према постављеним хипотезама. На крају су приказани и резултати додатних анализа.

ХИПОТЕЗА 1 – ПРОЦЕНА СПРЕМНОСТИ СТУДЕНАТА ГЕОГРАФИЈЕ ДА НАСТАВУ ОРГАНИЗУЈУ СА МОБИЛНИМ УРЕЂАЈИМА ПОСЛЕ ОБУКЕ

Прва хипотеза се односи на утицај обуке коју су прошли студенти, односно на њихову спремност да примене мобилне уређаје у контексту интеграције имерзивних технологија у географско образовање. Да би се што потпуније сагледао утицај обуке и тестирала хипотеза прво су упоређени одговори студената географије на почетном и завршном упитнику по издвојеним конструктима (димензијама) који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у наставном процесу (Табела 10).

Табела 10. Резултати Вилкоксонових тестова ранга по издвојеним димензијама

Конструкти	Упитник	Медијана	Z	p	r
Уочена корисност и оптимизам	почетни	3,92	-1,13	0,259	-0,12
	завршни	4,00			
Уочене препреке и ограничења	почетни	3,38	-1,77	0,077	-0,18
	завршни	3,06			
Однос према BYOD моделу	почетни	3,00	-1,66	0,097	-0,17
	завршни	3,25			
Самоефикасност	почетни	3,40	-3,38	0,001	-0,34
	завршни	3,80			

Резултати Вилкоксонових тестова ранга (Табела 10) показују да су студенти после одслушане обуке одговарали статистички значајно позитивније у оквиру димензије самоефикасност, док у оквиру других димензија нису забележене статистички значајне промене. Анализиране су и појединачне ставке из скале као посебна питања.

Табела 11 приказује резултате Вилкоксонових тестова ранга по ставкама скале (укључени су само статистички значајни резултати). Ови резултати указују да су после обуке студенти статистички значајно другачије одговорили на шест ставки. Разлике у првом и осмом ајтему указују да су студенти повећали своју упознатост са апликацијама које се могу користити за учење географије, као и да су повећали уочену самоефикасност по питању организовања наставе са овим апликацијама. Такође, разлике у одговорима на ставку 22 указују да студенти после обуке позитивније процењују утицај мобилних апликација на повећање занимљивости наставе. После обуке студенти се мање слажу (односно не слажу се) да мобилним уређајима није место у учионици (ставка број два) и статистички значајно мање виде употребу мобилних телефона на часовима као реметилачки фактор који одвлачи пажњу ученицима (ставка 13). Уочене су разлике и по питању прописа (ставка 21), односно студенти их после обуке виде као нешто мању препреку³⁰⁶.

³⁰⁶ Међутим, питање прописа је и после обуке остало неразумљиво за студенте, јер је чак 56,25% одговорило да није сигурно да ли закони и други стратешки документи Републике Србије дозвољавају или забрањују употребу мобилних уређаја у настави, док је 18,75% одговорило да су прописи рестриктивни по овом питању (што је знатно мање него на почетном упитнику када је тако одговорило 43,75% студената).

Табела 11. Резултати Вилкоксонових тестова ранга по ставкама скале (приказ статистички значајних резултата)

Ставке	Упитник	Медијана	Z	p	r
1. Знам за бројне мобилне апликације које могу да се користе за учење географских наставних садржаја.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-2,23	0,026	-0,23
2. Мобилним уређајима није место у учионици.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-2,96	0,003	-0,30
8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-2,34	0,019	-0,24
13. Употреба мобилних телефона на часу само одвлачи пажњу ученицима.	почетни	4,00			
	завршни	3,00	-2,57	0,010	-0,26
21. Прописи не дозвољавају употребу мобилних уређаја у процесу наставе.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-2,30	0,021	-0,24
22. Применом мобилних апликација настава постаје занимљивија ученицима.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-2,12	0,034	-0,22

Напомена: Целокупни резултати су дати у оквиру Прилога 9 (Табела А3).

Проверено је и да ли је после обуке дошло до промене у перцепцијама студената према примени и уоченим ефектима ИКТ-а у наставном процесу (Табела 12).

Табела 12. Резултати Вилкоксонових тестова ранга за питања која се односе на планирану примену и уочен значај ИКТ-а у настави

Питања	Упитник	Медијана	Z	p	r
- Према Вашем мишљењу да ли коришћење информационо-комуникационих технологија у настави има утицај на учење?	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,20	0,840	-0,02
- Колико често планирате да користите информационо-комуникационе технологије у Вашој будућој наставној пракси (доступне у школи)?	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-1,54	0,123	-0,16
- Колико често планирате да користите сопствене мобилне уређаје у Вашој будућој наставној пракси (уколико у школи не постоји опрема)?	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-1,03	0,301	-0,11

Резултати Вилкоксонових тестова ранга (Табела 12) нису статистички значајни за питања која се односе на планирану будућу примену ИКТ-а и њихов утицај на учење, односно студенти су незнатно позитивније одговарали на ова питања после обуке.

У оквиру ове хипотезе анализирани су и одговори студената који се односе на њихову самопроцену исхода обуке (Табела 13).

Табела 13. Резултати самопроцене ставки које се односе на теме обухваћене обуком

Ставке	Фреквенције (у процентима)					M	SD
	уопште се не слажем	не слажем се	неутралан/а сам (не знам)	слажем се	у потпуности се слажем		
Упознат/а сам са могућностима и примерима примене мобилних уређаја у наставном процесу.	1 (2,08%)	1 (2,08%)	6 (12,50%)	20 (41,67%)	20 (41,67%)	4,19	0,89
Упознат/а сам са применом QR кодова у образовању и знам да их направим.	3 (6,25%)	2 (4,17%)	6 (12,50%)	12 (25%)	25 (52,08%)	4,13	1,18
Упознат/а сам са различитим AR апликацијама које се могу користити у настави (или за самостално учење) географије.	3 (6,25%)	2 (4,17%)	13 (27,08%)	19 (39,58%)	11 (22,92%)	3,69	1,08
Знам како да употребим платформу/апликацију Augusta за креирање образовних искустава са проширеном стварношћу.	3 (6,25%)	9 (18,75%)	11 (22,92%)	16 (33,33%)	9 (18,75%)	3,40	1,18
Знам шта је Google Cardboard. ³⁰⁷	1 (2,08%)	1 (2,08%)	5 (10,42%)	11 (22,92%)	30 (62,50%)	4,42	0,92
Упознат/а сам са различитим могућностима примене виртуелне реалности у образовању и настави/учењу географије.	1 (2,08%)	2 (4,17%)	9 (18,75%)	22 (45,83%)	14 (29,17%)	3,96	0,92
Упознат/а сам са начинима на које могу да извршим евалуацију едукативних мобилних, AR и VR апликација.	2 (4,17%)	7 (14,58)	12 (25%)	18 (37,50%)	9 (18,75%)	3,52	1,09

Резултати приказани у Табели 13 показују да већина студената (од 52,08% до 85,42% у зависности од ставке) пријављује (одабиром опција *слажем се* или *у потпуности се слажем*) да су усвојили садржаје обухваћене обуком. Међутим, приметне су и разлике у зависности од сегмента обуке. Треба напоменути да постоји и статистички значајна позитивна корелација ($r_s = 0,53$; $p < 0,001$) између пријављеног степена развијености

³⁰⁷ У смислу и HMD уређаја и платформе.

дигиталне компетенције студената и просечне процене ставки које се односе на усвојеност тема покривених обуком.

Прва хипотеза се може делимично прихватити пошто су студенти повећали своје знање о мобилним апликацијама које се могу применити у настави географије. Такође, студенти пријављују и већи ниво самоефикасности када се ради о примени мобилних уређаја и одговарајућих апликација у наставном процесу. Међутим, резултати указују да одређен број студената и после обуке нема довољно знања (највише по питању евалуације активности са мобилним и имерзивним технологијама, као и при креирању садржаја са онлајн алатима [као што је „Augasma“]).

ХИПОТЕЗА 2 – УТИЦАЈ ПРЕТХОДНОГ ПОЗНАВАЊА ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ НА СТАВ СТУДЕНАТА ГЕОГРАФИЈЕ О УПОТРЕБИ ОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У НАСТАВНОМ ПРОЦЕСУ

Другом хипотезом је претпостављено да студенти који имају предзнање и претходно искуство са технологијом проширене реалности имају позитивнији став о њеној примени у образовању. Како би се тестирала ова хипотеза спроведено је неколико статистичких тестова.

На основу одговора на питање о претходној упознатости са технологијом проширене реалности студенти су сврстани у четири групе (јер су спојени студенти који су одабрали опције 4 и 5, које су у значењу *упознат сам* и *упознат/а сам у потпуности*), док су студенти према коришћењу ове технологије сврстани у три групе (спојени су студенти који су одабрали опције *понекад* и *често*, док нико од студената није одабрао опцију *свакодневно*). Издвојене групе о претходној упознатости су: 1) *не знам ништа о томе* ($n = 16$), 2) *мало (недовољно)* ($n = 14$), 3) *знам понешто о томе* ($n = 10$) и 4) *упознат/а сам* ($n = 8$). Издвојене групе о претходном коришћењу ове технологије су: 1) *никад* ($n = 22$), 2) *ретко* (пар пута у току године) ($n = 19$) и 3) *повремено* (бар више пута у току месеца или на недељном нивоу) ($n = 7$).

Употребљен је Крускал-Волисов тест како би се утврдило да ли између издвојених група (по претходној упознатости са технологијом проширене реалности) постоји разлика у одговорима на почетном упитнику на конструкте: 1) уочена употребљивост и корисност и 2) уочена ограничења и анксиозност према примени ове технологије у образовању (Табела 14).

Табела 14. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај претходне упознатости студената са технологијом проширене реалности на конструкте који се односе на став о овој технологији (почетни упитник)

Конструкти	Ниво претходне упознатости студената са технологијом проширене реалности		<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
	не знам ништа о томе	мало (недовољно)						
Уочена употребљивост и корисност	не знам ништа о томе	мало (недовољно)	16	3,33	17,38	10,35	0,016	0,19
	мало (недовољно)	знам понешто о томе	14	3,75	25,18			
	знам понешто о томе	узнат/а сам	10	3,92	25,20			
	узнат/а сам		8	4,25	36,69			
Уочена ограничења и анксиозност	не знам ништа о томе	мало (недовољно)	16	3,20	27,38	1,34	0,719	0,03
	мало (недовољно)	знам понешто о томе	14	3,20	24,11			
	знам понешто о томе	узнат/а сам	10	3,00	23,50			
	узнат/а сам		8	2,80	20,69			

Табела 14 показује да су резултати Крускал-Волисових тестова статистички значајни ($\chi^2[3, N = 48] = 10,35; p = 0,016; \eta^2 = 0,19$) за први конструкт (уочена употребљивост и корисност). Пост хок анализа је извршена путем Ман-Витнијевог теста (са Бонферонијевог корекцијом) како би се утврдило између којих група постоји статистички значајна разлика. Резултати показују да статистички значајна разлика постоји само између прве и четврте групе ($U = 15,50; Z = -2,99; p = 0,003; r = -0,61$), односно студенти који су претходно били упознати са технологијом проширене реалности су статистички значајно позитивније оценили уочену корисност и употребљивост ове технологије у наставном процесу на почетном упитнику од студената који пре истраживања нису знали ништа о овој технологији.

Поново је примењен Крускал-Волисов тест како би се утврдило да ли између издвојених група (према претходном коришћењу технологије проширене реалности) постоји разлика у одговорима на почетном упитнику на конструкте: 1) уочена употребљивост и корисност и 2) уочена ограничења и анксиозност према примени ове технологије у образовању (Табела 15).

Табела 15. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај претходног коришћења технологије проширене реалности на конструкте који се односе на став о овој технологији (почетни упитник)

Конструкти	Претходно коришћење	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена употребљивост и корисност	никад	22	3,50	21,00	10,57	0,005	0,19
	ретко	19	3,83	22,76			
	повремено	7	4,50	40,21			
Уочена ограничења и анксиозност	никад	22	3,20	28,23	3,88	0,114	0,08
	ретко	19	3,00	22,97			
	повремено	7	2,60	16,93			

Табела 15 показује да су резултати Крускал-Волисових тестова статистички значајни ($\chi^2[2, N = 48] = 10,57; p = 0,005; \eta^2 = 0,19$) за први конструкт (уочена употребљивост и корисност). Пост хок анализа је извршена путем Ман-Витнијевог теста (са Бонферонијевог

корекцијом) како би се утврдило између којих група постоји статистички значајна разлика. Резултати показују да статистички значајна разлика постоји између прве и треће групе ($U = 15,00$; $Z = -3,18$; $p = 0,001$; $r = -0,59$), као и између друге и треће групе ($U = 18,50$; $Z = -2,79$; $p = 0,005$; $r = -0,55$), односно студенти који су користили технологију проширене реалности неколико пута месечно (или на недељном нивоу) су статистички значајно позитивније оцењивали уочену употребљивост и корисност ове технологије у настави географије на почетном упитнику од студената који никад нису користили ову технологију, или оних који су је користили ретко (неколико пута у току године).

Разматрано је и да ли су разлике утврђене на почетном упитнику задржане после одслушане обуке, односно да ли постоје на завршном упитнику. Такође, опет је употребљен Крускал-Волисов тест (Табеле 16 и 17).

Табела 16. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај претходне упознатости студената са технологијом проширене реалности на конструкте који се односе на став о овој технологији (завршни упитник)

Конструкти	Ниво претходне упознатости студената са технологијом проширене реалности			М ранг	Крускал-Волис χ^2	p	η^2
	не знам ништа о томе	мало (недовољно)	знам понешто о томе				
Уочена употребљивост и корисност	не знам ништа о томе	16	3,58	18,16	5,89	0,117	0,12
	мало (недовољно)	14	4,00	27,86			
	знам понешто о томе	10	3,83	24,80			
	узнат/а сам	8	4,08	30,94			
Уочена ограничења и анксиозност	не знам ништа о томе	16	3,00	30,25	5,53	0,137	0,11
	мало (недовољно)	14	2,60	19,29			
	знам понешто о томе	10	3,10	25,90			
	узнат/а сам	8	2,80	20,38			

Табела 16 показује да резултати Крускал-Волисових тестова нису статистички значајни, односно после одслушане обуке нису више присутне статистички значајне разлике међу студентима груписаним према претходном познавању ове технологије.

Табела 17. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај претходног коришћења проширене реалности на конструкте који се односе на став о овој технологији (завршни упитник)

Конструкти	Претходно коришћење (пре обуке)			М ранг	Крускал-Волис χ^2	p	η^2
	никад	ретко	повремено				
Уочена употребљивост и корисност	никад	22	3,67	19,89	5,03	0,081	0,10
	ретко	19	4,00	27,18			
	повремено	7	4,17	31,71			
Уочена ограничења и анксиозност	никад	22	3,00	27,66	3,74	0,154	0,08
	ретко	19	2,60	19,71			
	повремено	7	3,20	27,57			

Табела 17 показује да резултати Крускал-Волисових тестова нису статистички значајни, односно после обуке нису више присутне статистички значајне разлике међу студентима груписаним према коришћењу технологије проширене реалности пре обуке.

Како резултати на завршном упитнику не показују статистички значајне разлике у ставу студената на основу њиховог предзнања и претходног коришћења проширене реалности, проверено је и да ли се став студената о овој технологији променио између почетка и краја обуке (Табела 18).

Табела 18. Резултати Вилкоксонових тестова ранга по издвојеним димензијама

Конструкти	Упитник	Медијана	Z	p	r
Уочена употребљивост и корисност	почетни	3,83	-0,70	0,481	-0,07
	завршни	3,83			
Уочена ограничења и анксиозност	почетни	3,20	-2,35	0,019	-0,24
	завршни	2,90			

Напомена: Резултати Вилкоксоновог теста ранга по ставкама скале су приказани у склопу Прилога 9 (Табела А4).

Резултати Вилкоксонових тестова ранга (Табела 18 и Табела А4) показују да су студенти после одслушане обуке одговарали статистички значајно негативније у склопу димензије „уочена ограничења и анксиозност“, односно после обуке студенти перципирају ограничења примене проширене реалности у настави географије као мања и пријављују мању анксиозност према коришћењу ове образовне технологије (ставке 6 и 7). У оквиру друге димензије (уочена употребљивост и корисност) нису забележене статистички значајне промене, али су студенти географије статистички значајно позитивније одговарали на ајтем 2, односно да постоје значајни бенефити од коришћења проширене реалности у настави и учењу. Такође, студенти статистички значајно више виде могућности примене ове технологије на теренском раду и наставним екскурзијама (ставка 11).

У оквиру тестирања ове хипотезе, анализирани су и одговори на два питања из завршног упитника. Прво се односи на оцену (на десетостепеној скали, од 1 – *нема* до 10 – *изузетно велики*) потенцијала примене проширене реалности у настави и учењу географије, а друго на прихватање коришћења AR апликација које прате факултетске уџбенике (уколико би исте биле доступне) од стране студената.

Учесници обуке су умерено високо проценили могућности примене технологије проширене реалности у географском образовању, просечно 6,94 ($SD = 1,87$). Студенти мушког пола су дали вишу оцену ($M = 7,37$; $SD = 1,95$) од студената женског пола ($M = 6,66$; $SD = 1,80$). Међутим, резултати Ман-Витнијевог теста ($U = 200,50$; $Z = -1,62$; $p = 0,105$; $r = -0,23$) показују да ова разлика није статистички значајна. Потребно је напоменути да оцена потенцијала расте са већим степеном претходне упознатости студената са овом технологијом. Студенти који нису знали ништа о овој технологији пре обуке (прва група) су дали најнижу просечну оцену ($M = 6,19$; $SD = 1,87$), док су најбољу оцену ($M = 8,13$; $SD = 1,36$) дали студенти који су имали претходно знање о овој технологији (четврта група). Међутим, резултати Крускал-Волисовог теста ($\chi^2[3, N = 48] = 7,57$; $p = 0,056$; $\eta^2 = 0,15$) показују да разлика између посматраних група није статистички значајна. Такође, студенти који пре истраживања нису користили технологију проширене реалности (прва група) су дали знатно нижу оцену потенцијала ове технологије у настави географије ($M = 6,55$; $SD = 1,57$), од студената који су већ користили ову технологију (друга група $M = 6,95$; $SD = 2,15$; трећа група $M = 8,14$; $SD = 1,68$). Међутим, резултати Крускал-Волисовог теста ($\chi^2[2, N = 48] = 5,78$; $p = 0,055$; $\eta^2 = 0,11$) показују да разлике у оцени потенцијала ове технологије између посматраних група нису статистички значајне.

Већина студената географије (56,25%) би користила мобилне AR апликације које прате уџбенике при учењу предмета које похађају на факултету, док је 35,42% неодлучно, а само 8,33% студената не жели да користи ову технологију са штампаним наставним

материјалима. Хи квадрат тест није показао статистички значајну везу између пола и прихватања коришћења AR апликација ($\chi^2[2, N = 48] = 2,85; p = 0,241; \text{Крамеров } V = 0,24$). Већина студената (65,62%) који су пре обуке знали нешто о технологији проширене реалности (спојене друга, трећа и четврта група) би прихватила да користи AR апликације које прате уџбенике, док би исто учинило само 37,50% (50% је неодлучно) студената који пре обуке нису знали ништа о овој технологији. Међутим, резултати хи квадрат теста нису статистички значајни $\chi^2(2, N = 48) = 3,44; p = 0,179; \text{Крамеров } V = 0,27$. Такође, већина студената (65,38%) који су пре истраживања користили технологију проширене реалности (спојене друга и трећа група) би користили аугментоване апликације које прате штампане наставне материјале, док би исто учинило 45,45% (неодлучно је 45,45%) студената који нису имали претходно искуство коришћења ове технологије. И у овом случају резултати хи квадрат теста нису статистички значајни $\chi^2(2, N = 48) = 2,02; p = 0,363; \text{Крамеров } V = 0,21$.

На основу добијених резултата **друга хипотеза се може делимично прихватити**, јер су студенти који су имали предзнање и претходно искуство на почетном упитнику статистички значајно више процењивали уочену употребљивост и корисност проширене реалности у настави и учењу географије од студената који пре истраживања нису имали знање о овој технологији и који је нису значајније користили (опције *никад* или *само неколико пута у току године*). Иако на завршном упитнику разлике нису више статистички значајне, студенти са више претходног знања и искуства боље оцењују протенцијал ове технологије у географском образовању и у већем проценту би користили AR апликације које прате факултетске уџбенике. Може се закључити да знање и искуство доприносе позитивнијем ставу и вредновању ове образовне технологије.

ХИПОТЕЗА 3 – УТИЦАЈ ОБУКЕ НА СТАВ СТУДЕНАТА О ПРИМЕНИ ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ У НАСТАВНОМ ПРОЦЕСУ

Трећа хипотеза се односи на претпоставку да студенти после одслушане обуке имају позитивнији став према примени технологије виртуелне реалности (пре свега имерзивне) у географском образовању. Прво су упоређени одговори студената на почетном и завршном упитнику по димензијама скале која се односи на став о примени виртуелне реалности у настави и учењу географије (Табела 19).

Табела 19. Резултати Вилкоксонских тестова ранга по конструктима који се односе на став о виртуелној реалности у настави географије

Конструкти	Упитник	Медијана	Z	p	r
Уочена употребљивост и корисност	почетни	3,60	-1,14	0,255	-0,12
	завршни	3,80			
Уочена ограничења и анксиозност	почетни	3,00	-0,74	0,457	-0,08
	завршни	2,83			

Табела 19 показује да резултати Вилкоксонских тестова ранга нису статистички значајни, односно да студенти нису променили став о овој образовној технологији после одслушане обуке. Анализиране су и појединачне ставке из скале као посебна питања (Прилог 9, Табела А5) и резултати Вилкоксонског теста ранга су статистички значајни само за ставку 12 – *Коришћење апликација за виртуелну реалност је компликовано.*, односно студенти се после обуке знатно мање слажу са овом тврдњом.

Треба напоменути да студенти потенцијал примене виртуелне реалности у настави географије вреднују умерено високо, односно просечна оцена коју су студенти дали на

десетостепеној скали је 7,12 ($SD = 1,71$). Треба напоменути да студенти мушког пола дају вишу оцену ($M = 7,47$; $SD = 1,71$), од студената женског пола ($M = 6,90$; $SD = 1,70$). Међутим, резултати Ман-Витнијевог теста нису статистички значајни ($U = 219,00$; $Z = -1,24$; $p = 0,217$; $r = -0,18$). Такође, студенти који су пре обуке већ користили НМД уређаје процењују потенцијал ове технологије у настави географије већим ($M = 7,85$; $SD = 1,21$) од студената који нису користили ове уређаје ($M = 6,86$; $SD = 1,80$), али резултати Ман-Витнијевог теста нису статистички значајни ($U = 156,00$; $Z = -1,72$; $p = 0,085$; $r = -0,25$). Исто тако студенти који су бар ретко³⁰⁸ претходно користили десктоп виртуелну реалност (односно симулације, игре или виртуелне светове) при учењу боље оцењују ($M = 7,54$; $SD = 1,70$) потенцијал виртуелне реалности у настави географије, од студената који никада нису користили ову технологију за учење ($M = 6,71$; $SD = 1,65$). Међутим, резултати Ман-Витнијевог теста нису статистички значајни ($U = 198,50$; $Z = -1,91$; $p = 0,056$; $r = -0,28$).

Битно је истаћи да би већина студената (66,67%) користила НМД уређаје који раде са њиховим паметним телефонима за учење, док је 27,08% неодлучно, а само три студента (6,25%) не би користила ове уређаје. Хи квадрат тест није показао статистички значајну везу између пола и прихватања коришћења НМД уређаја за учење ($\chi^2[2, N = 48] = 5,06$; $p = 0,080$; *Крамеров* $V = 0,32$). Већина студената (69,23%)³⁰⁹ који су пре истраживања користили НМД уређаје би користили ове уређаје за учење, док би исто учинило 65,71% (неодлучно је 25,71%) студената који нису имали претходно искуство коришћења имерзивне виртуелне реалности. И у овом случају резултати хи квадрат теста нису статистички значајни $\chi^2(2, N = 48) = 1,22$; $p = 0,543$; *Крамеров* $V = 0,16$. Такође, већина студената (67,74%) који су пре обуке знали нешто³¹⁰ о виртуелној реалности би користили НМД уређаје за учење, док би исто учинило 64,71% (29,41% је неодлучно) студената географије који пре обуке нису знали ништа о овој технологији и њеној употреби у образовању. Резултати хи квадрат теста нису статистички значајни $\chi^2(2, N = 48) = 0,07$; $p = 0,964$; *Крамеров* $V = 0,04$.

На основу добијених резултата **трећа хипотеза се не може прихватити**, јер студенти нису после одслушане обуке имали позитивнији став о овој образовној технологији. Међутим, охрабрује чињеница да студенти VR апликације после обуке виде једноставнијим за коришћење. Такође, студенти прилично високо вреднују потенцијал примене виртуелне реалности у настави географије (али је потребно напоменути да иако не постоји статистичка значајност, студенти који су имали искуство са овом технологијом и пре обуке боље оцењују њен потенцијал).

³⁰⁸ Одговори на питање „Колико често користите едукативне 3Д видео игре, симулације и виртуелне светове за стицање нових знања и вештина?“ су прегруписани у две групе. Прву групу су чинили студенти ($n = 24$) који никада нису користили десктоп виртуелну реалност за учење, док су другу групу ($n = 24$) чинили студенти који су дали одговоре *ретко* ($n = 18$), *понекад* ($n = 4$), *често* ($n = 1$) и *свакодневно* ($n = 1$).

³⁰⁹ Нико од студената из ове групе није одговорио да не желе да користе НМД уређаје за учење, док је 30,77% неодлучно.

³¹⁰ Одговори на питање „Колико сте упознати са технологијом и могућностима коришћења виртуелне реалности у образовању?“ су прегруписани у две групе. Прву групу су чинили студенти ($n = 17$) који одговорили са 1 – *не знам ништа о томе*, док су другу групу ($n = 31$) чинили студенти који одабрали опције од два до пет.

ХИПОТЕЗА 4 – ПРОЦЕНА СТУДЕНАТА ГЕОГРАФИЈЕ О МОГУЋНОСТИМА ПРИМЕНЕ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА СА РАЗЛИЧИТИМ НАСТАВНИМ САДРЖАЈИМА

Четвртом хипотезом претпостављено је да студенти највећу могућност за примену технологија проширене и виртуелне реалности виде са физичкогеографским наставним садржајима, односно са физичкогеографском групом предмета на факултету. При тестирању ове хипотезе анализирани су одговори и на отворена и на затворена питања у завршном упитнику (Прилог 3).

На отворено питање које се односи на могућности примене проширене реалности у основношколском и средњошколском географском образовању само 43,75% студената је навело конкретне примере наставних садржаја, док 50% студената није одговорило на ово питање, а три студента (6,25%) су написала да нису сигурна или да не знају како да одговоре. Студенти који су одговорили (неки су наводили више од једног примера) у највећем броју случајева ($n = 10$) су истицали физичкогеографске, затим математичкогеографске ($n = 6$) и регионалногеографске наставне садржаје ($n = 5$), док је само један студент издвојио картографске, а нико од студената није навео друштвеногеографске садржаје. Три студента су уопштено одговорила да би ову технологију било примерено користити у настави географије само за приказ појава и процеса који ученицима нису доступни за непосредно посматрање, да доживе удаљена места, односно за садржаје које ученици тешко могу да замисле. У склопу физичкогеографских садржаја студенти мисле да би уз помоћ проширене реалности ученици лакше разумели постанак и грађу планете Земље, затим облике рељефа, као и кружење воде у природи и садржаје које се односе на заштиту мора и развијање еколошке свести. У оквиру математичкогеографских садржаја студенти наводе да се ова технологија може применити за приказ галаксија, Сунчевог система и планета. Студенти нису прецизније навели како би проширена реалност помогла усвајању регионалногеографских и картографских садржаја. Одабрани одговори студената географије на ово питање су приказани у оквиру Прилога 9 (Табела А6).

На отворено питање које се односи на могућности примене проширене реалности у факултетском образовању само 35,42% студената је конкретно одговорило, док 52,08% није дало одговор на ово питање, а четири студента (8,33%) нису сигурни како да одговоре. Два студента (4,17%) су навела да не постоји потреба за коришћењем ове технологије у факултетском образовању. И код овог питања поједини студенти су навели више предмета и примера наставних садржаја. Студенти који су одговорили су највише истакли физичкогеографску групу предмета ($n = 8$) као пригодну за примену проширене реалности, и то у предметима: *Општа геологија са минералогijом* ($n = 4$) – на пример за приказ стена, *Геоморфологија* ($n = 4$) – на пример за приказ облика рељефа, *Хидрологија* ($n = 1$) и *Климатологија са основама метеорологије* ($n = 1$). Поред физичкогеографске групе предмета, студенти су наводили и предмете *Математичка географија са основама астрономије* ($n = 3$) и *Картографија* ($n = 3$), као и регионалногеографску групу предмета ($n = 3$). Само један студент наводи да се ова технологија може применити и у оквиру друштвеногеографске групе предмета и то у оквиру предмета *Географија насеља* за приказ грађевина. Шест студената сматра да би примена технологије проширене реалности могла да олакша учење скоро свих предмета на факултету. Одабрани одговори студената географије на ово питање су приказани у оквиру Прилога 9 (Табела А7).

Поред одговора на отворена питања, студенти су оцењивали могућности примене проширене реалности при учењу и поучавању различитих географских садржаја на петостепеној скали. На основу одговора (Табела 20) може се уочити да студенти најбоље оцењују могућност коришћења ове технологије са физичкогеографским ($M = 3,54$; $SD = 0,90$) и регионалногеографским ($M = 3,50$; $SD = 0,92$) наставним садржајима, док најмање могућности примене виде са друштвеногеографским садржајима ($M = 3,15$; $SD = 0,88$).

Табела 20. Процена студената о могућностима примене технологије проширене реалности са различитим географским наставним садржајима

Врста наставног садржаја	<i>M</i>	<i>SD</i>
Картографски	3,35	1,02
Математичкогеографски	3,27	0,89
Физичкогеографски	3,54	0,90
Друштвеногеографски	3,15	0,88
Регионалногеографски	3,50	0,92

Напомена: Распон одговора: 1 – без могућности, 2 – мале/недовољне, 3 – ограничене, 4 – задовољавајуће и 5 – изузетне могућности

На основу Табеле 20 може се закључити да студенти просечно код свих издвојених група географских наставних садржаја оцењују потенцијал коришћења проширене реалности изнад 3, што значи да препознају да постоје бар ограничене могућности примене.

На основу анализираних питања може се уочити да студенти највеће могућности примене проширене реалности виде са физичкогеографским наставним садржајима на свим нивоима образовања. Међутим, половина учесника у истраживању није дала одговор на отворена питања, што се може протумачити са једне стране као недостатак мотивације и/или времена за попуњавање упитника, а са друге да ови студенти нису препознали конкретне могућности примене ове технологије у К-12 и високом образовању. Студенти женског пола су били склонији давању одговора на отворена питања (51,72% је одговорило) од студената мушког пола (само 31,58% је одговорило), али ова разлика није статистички значајна $\chi^2(1, N = 48) = 1,16$; $p = 0,281$; $\Phi = -0,20$. Из наведеног разлога потребно је додатно анализирати да ли се одговори на затворено питање (процена могућности примене технологије проширене реалности при учењу/поучавању различитих географских наставних садржаја) разликују између студената који су конкретно одговорили на отворена питања и оних који нису. Резултати спроведених Ман-Витнијевих тестова (Табела 21) показују да не постоји статистичка значајност између посматраних група. Може се уочити и да студенти који нису одговорили на отворена питања позитивније оцењују могућности примене проширене реалности, тако да се непопуњавање отворених питања не може протумачити као непрепознавање могућности коришћења ове технологије у географском образовању.

Табела 21. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање да ли постоје разлике у процени могућности примене технологије проширене реалности између студената који су одговорили на отворена питања и оних који нису

Наставни садржаји	Одговор		Мед.	М ранг	Ман- Витнијев U	Z	p	r
	на отворена питања	n						
Картографски	да	21	3,00	23,43	261,00	-0,49	0,622	-0,07
	не	27	3,00	25,33				
Математичкогеографски	да	21	3,00	21,48	220,00	-1,42	0,156	-0,20
	не	27	3,00	26,85				
Физичкогеографски	да	21	4,00	23,17	255,50	-0,64	0,524	-0,09
	не	27	4,00	25,54				
Друштвеногеографски	да	21	3,00	22,19	235,00	-1,08	0,282	-0,16
	не	27	3,00	26,30				
Регионалногеографски	да	21	4,00	22,60	243,50	-0,92	0,357	-0,13
	не	27	4,00	25,98				

На отворено питање које се односи на могућности примене виртуелне реалности у основношколском и средњошколском географском образовању само 43,75% студената је конкретно одговорило, док 52,08% није дало одговор на ово питање, а један студент (2,08%) не зна како да одговори. Такође, један студент је навео да не постоји потреба за коришћењем ове технологије у К-12 образовању. Студенти који су одговорили (поједини су навели више примера) у највећем броју су истицали физичкогеографске ($n = 8$), затим регионалногеографске ($n = 5$) и математичкогеографске ($n = 3$) садржаје, док је само један студент навео друштвеногеографске садржаје, а нико од студената није навео картографске програмске садржаје. Три студената су одговорила да би ова технологија могла да се користи за виртуелне екскурзије које би ученицима омогућиле да посете удаљене дестинације које им иначе не би биле доступне, док су четири студента уопштено одговорила да виртуелна реалност може да омогући да ученици доживе места и географске појаве, односно да унапреди наставу и олакша учење географије. У оквиру физичкогеографских садржаја студенти истичу да би уз помоћ виртуелне реалности ученици лакше разумели постанак и грађу Земље, распоред копна и мора, облике рељефа, атмосферу, кружење воде у природи, типове климе и слично. У оквиру регионалногеографских садржаја студенти наводе да би ова технологија могла да се примени при разумевању регионализације, затим за упознавање са знаменитостима држава и главних градова и слично. Студенти нису наводили детаље код математичкогеографских и друштвеногеографских садржаја. Одабрани одговори студената географије на ово питање су приказани у склопу Прилога 9 (Табела А8).

На отворено питање које се односи на могућности примене виртуелне реалности у факултетском географском образовању само 39,58% студената је одговорило са примерима предмета и наставних садржаја, док 52,08% није дало одговор на ово питање, а један студент (2,08%) није сигуран како да одговори. Три студента (6,25%) су навела да не постоје могућности и потреба за коришћењем ове технологије у факултетском образовању, али је један од њих навео да ипак може да се користи са апстрактним и тешко разумљивим наставним садржајима. Студенти који су одговорили (поједини су навели више предмета и наставних садржаја) највише су истицали физичкогеографску групу ($n = 14$) предмета као погодну за примену ове технологије, и то у предметима: *Геоморфологија* ($n = 5$), *Опита геологија са минералогијом* ($n = 3$), *Хидрологија* ($n = 3$), *Климатологија са основама метеорологије* ($n = 2$) и *Основи педологије* ($n = 1$). Поред физичкогеографске групе

предмета, студенти су наводили и регионалногеографску ($n = 4$) и друштвеногеографску ($n = 2$) групу предмета, као и предмете *Математичка географија са основама астрономије* ($n = 2$) и *Картографија* ($n = 2$). Пет студената сматра да би примене технологије виртуелне реалности могла да олакша учење бројних предмета на факултету. Одабрани одговори студената географије на ово питање су приказани у оквиру Прилога 9 (Табела А9).

Поред одговора на отворена питања, студенти су оцењивали могућности примене виртуелне реалности при учењу и поучавању различитих географских садржаја на петостепеној скали. На основу одговора (Табела 22) може се уочити да студенти најбоље оцењују могућности примене ове технологије са регионалногеографским ($M = 3,42$; $SD = 0,94$) и физичкогеографским ($M = 3,33$; $SD = 0,86$) наставним садржајима, док најмање могућности коришћења виде са друштвеногеографским садржајима ($M = 3,08$; $SD = 0,96$).

Табела 22. Процена студената о могућностима примене технологије виртуелне реалности при учењу и обради различитих географских садржаја

Врста наставног садржаја	<i>M</i>	<i>SD</i>
Картографски	3,29	0,85
Математичкогеографски	3,23	0,88
Физичкогеографски	3,33	0,86
Друштвеногеографски	3,08	0,96
Регионалногеографски	3,42	0,94

Напомена: Распон одговора: 1 – без могућности, 2 – мале/недовољне, 3 – ограничене, 4 – задовољавајуће и 5 – изузетне могућности

На основу Табеле 22 може се закључити да студенти просечно код свих издвојених врста географских наставних садржаја оцењују потенцијал примене виртуелне реалности изнад 3, што значи да студенти препознају да постоје бар ограничење могућности коришћења ове технологије у процесима наставе и учења.

На основу анализираних питања може се уочити да студенти највеће могућности примене виртуелне реалности виде са физичкогеографским и регионалногеографским наставним садржајима на свим нивоима образовања. Овакви резултати су у складу са постављеном хипотезом. Као и код отворених питања о примени проширене реалности у К-12 и високом образовању, већина учесника у истраживању није дала одговор, односно одговорило је 44,83% студената женског пола и 47,37% студената мушког пола. Спроведена је додатна анализа да би се утврдило да ли постоје разлике у одговорима студената на затворено питање (процена могућности примене технологије виртуелне реалности при учењу/поучавању различитих географских наставних садржаја) између студената који су конкретно одговорили на отворена питања и оних који нису. Резултати Ман-Витнијевих тестова (Табела 23) показују да не постоји статистички значајна разлика између посматраних група. Може се уочити и да студенти који нису одговорили на отворена питања позитивније оцењују могућности примене виртуелне реалности, тако да се непопуњавање отворених питања не може протумачити као непрепознавање могућности коришћења ове технологије у географском образовању.

Табела 23. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање да ли постоје разлике у процени могућности примене технологије виртуелне реалности између студената који су одговорили на отворена питања и оних који нису

Наставни садржаји	Одговор на отворена питања	<i>n</i>	Мед.	<i>M</i> ранг	Ман-Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>																																															
Картографски	да	22	3,00	23,59	266,00	-0,45	0,654	-0,06																																															
	не	26	3,00	25,27					Математичкогеографски	да	22	3,00	20,52	198,50	-1,96	0,050	-0,28	не	26	4,00	27,87	Физичкогеографски	да	22	3,00	23,27	259,00	-0,60	0,546	-0,09	не	26	3,50	25,54	Друштвеногеографски	да	22	3,00	24,07	276,50	-0,21	0,836	-0,03	не	26	3,00	24,87	Регионалногеографски	да	22	3,00	22,55	243,00	-0,95	0,342
Математичкогеографски	да	22	3,00	20,52	198,50	-1,96	0,050	-0,28																																															
	не	26	4,00	27,87					Физичкогеографски	да	22	3,00	23,27	259,00	-0,60	0,546	-0,09	не	26	3,50	25,54	Друштвеногеографски	да	22	3,00	24,07	276,50	-0,21	0,836	-0,03	не	26	3,00	24,87	Регионалногеографски	да	22	3,00	22,55	243,00	-0,95	0,342	-0,14	не	26	4,00	26,15								
Физичкогеографски	да	22	3,00	23,27	259,00	-0,60	0,546	-0,09																																															
	не	26	3,50	25,54					Друштвеногеографски	да	22	3,00	24,07	276,50	-0,21	0,836	-0,03	не	26	3,00	24,87	Регионалногеографски	да	22	3,00	22,55	243,00	-0,95	0,342	-0,14	не	26	4,00	26,15																					
Друштвеногеографски	да	22	3,00	24,07	276,50	-0,21	0,836	-0,03																																															
	не	26	3,00	24,87					Регионалногеографски	да	22	3,00	22,55	243,00	-0,95	0,342	-0,14	не	26	4,00	26,15																																		
Регионалногеографски	да	22	3,00	22,55	243,00	-0,95	0,342	-0,14																																															
	не	26	4,00	26,15																																																			

Четврта хипотеза се може прихватити, јер студенти и по питању проширене и по питању виртуелне реалности највише издвајају физичкогеографску групу предмета као најпогодију за примену ових технологија на факултетском нивоу образовања како би се повећала очигледност и разумљивост наставних садржаја. Такође, студенти најчешће истичу физичкогеографске садржаје и на нивоу К-12 образовања. Када је у питању нумеричка процена потенцијала примене проширене реалности студенти највеће оцене дају физичкогеографским и регионалногеографским садржајима, а када је реч о виртуелној реалности студенти највеће оцене дају регионалногеографским и физичкогеографским садржајима. Може се закључити да студенти препознају да постоје потенцијални бенефити од примене имерзивних технологија на свим нивоима географског образовања.

ХИПОТЕЗА 5 – УТИЦАЈ ПОСЕДОВАЊА И КОРИШЋЕЊА МОБИЛНИХ УРЕЂАЈА НА ПРОЦЕНУ СПРЕМНОСТИ НАСТАВНИКА ГЕОГРАФИЈЕ ДА НАСТАВУ ОРГАНИЗУЈУ СА ОВИМ УРЕЂАЈИМА

Петом хипотезом је претпостављено да наставници који поседују и користе мобилне уређаје боље оцењују своју спремност да наставу организују применом мобилних уређаја и апликација. У упитнику (Прилог 4) наставници географије су одговарали на питања која се односе на поседовање лаптоп рачунара, паметаног телефона и таблета/iPad-a, такође, постављено је и питање које се односи на степен коришћења властитих мобилних уређаја у наставном раду (распон одговора: 1 – *никад*, 2 – *ретко*, 3 – *понекад*, 4 – *често* и 5 – *увек*). Спремност за примену мобилних уређаја у пракси је мерана на састављеној петостепеној скали Ликертовог типа путем три конструкта (димензија): 1) уочена корисност и предности, 2) самоефикасност и 3) уочени недостаци и препреке.

Резултати Ман-Витнијевих тестова (Табела 24) показују да статистичка значајна разлика постоји када се анализира конструкт самоефикасност, односно наставници географије који поседују лаптоп рачунар пријављују већу самоефикасност да наставу организују применом мобилних уређаја.

Табела 24. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање утицаја поседовања лаптоп рачунара од стране наставника на конструкте који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у пракси

Конструкти	Поседовање лаптоп рачунара	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман- Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>																					
Уочена корисност и предности	да	93	4,10	55,15	451,00	-1,48	0,139	-0,14																					
	не	13	3,90	41,69					Самоефикасност	да	93	3,60	55,80	391,00	-2,07	0,039	-0,20	не	13	3,00	37,08	Уочени недостаци и ограничења	да	93	2,40	52,38	500,50	-1,01	0,315
Самоефикасност	да	93	3,60	55,80	391,00	-2,07	0,039	-0,20																					
	не	13	3,00	37,08					Уочени недостаци и ограничења	да	93	2,40	52,38	500,50	-1,01	0,315	-0,10	не	13	2,60	61,50								
Уочени недостаци и ограничења	да	93	2,40	52,38	500,50	-1,01	0,315	-0,10																					
	не	13	2,60	61,50																									

Спроведени Ман-Витнијеви тестови (Табела 25) показују да не постоји статистички значајна разлика између наставника који поседују паметан телефон и оних наставника који не поседују ове уређаје по питању анализираних димензија које се односе на спремност наставника да примене мобилне уређаје у настави.

Табела 25. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање утицаја поседовања паметног телефона од стране наставника на конструкте који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у пракси

Конструкти	Поседовање паметног телефона	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман- Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>																					
Уочена корисност и предности	да	91	4,10	54,20	618,50	-0,58	0,561	-0,06																					
	не	15	4,00	49,23					Самоефикасност	да	91	3,80	54,95	551,00	-1,20	0,231	-0,12	не	15	3,20	44,73	Уочени недостаци и ограничења	да	91	2,60	53,88	647,50	-0,32	0,750
Самоефикасност	да	91	3,80	54,95	551,00	-1,20	0,231	-0,12																					
	не	15	3,20	44,73					Уочени недостаци и ограничења	да	91	2,60	53,88	647,50	-0,32	0,750	-0,03	не	15	2,60	51,17								
Уочени недостаци и ограничења	да	91	2,60	53,88	647,50	-0,32	0,750	-0,03																					
	не	15	2,60	51,17																									

Резултати Ман-Витнијевих тестова (Табела 26) показују да постоји статистички значајна разлика по свим димензијама спремности за примену мобилних уређаја између наставника који поседују таблете/iPad-е и оних наставника који не поседују ове уређаје. Наставници који поседују таблете/iPad-е статистички значајно више процењују корисности и предности мобилних уређаја у настави и своју самоефикасност, док статистички значајно ниже процењују недостатке и ограничења мобилних уређаја у поређењу са наставницима који не поседују таблете/iPad-е.

Табела 26. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање утицаја поседовања таблета/iPad-а од стране наставника на конструкте који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у пракси

Конструкти	Поседовање таблета или iPad-а	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман-Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Уочена корисност и предности	да	37	4,20	63,05	923,00	-2,35	0,019	-0,23
	не	69	4,00	48,38				
Самоефикасност	да	37	4,00	65,95	816,00	-3,07	0,002	-0,30
	не	69	3,40	46,83				
Уочени недостаци и ограничења	да	37	2,20	44,76	953,00	-2,15	0,031	-0,21
	не	69	2,60	58,19				

Спроведени Крускал-Волисови тестови (Табела 27) показују да се одговори наставника разврстаних према коришћењу сопствених уређаја у пракси статистички значајно разликују у две димензије (уочена корисност и предности и самоефикасност) које се односе на спремност наставника за организовање наставе применом мобилних уређаја.

Табела 27. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај коришћења сопствених мобилних уређаја од стране наставника на конструкте који се односе на спремност за организовање наставе са овим уређајима

Конструкти	Коришћење сопствених мобилних уређаја у пракси	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена корисност и предности	никад	25	3,80	35,74	20,85	< 0,001	0,17
	ретко	22	3,95	47,39			
	понекад	29	4,20	53,90			
	често	20	4,55	70,53			
	увек	10	4,60	76,15			
Самоефикасност	никад	25	3,00	35,72	27,27	< 0,001	0,21
	ретко	22	3,20	42,41			
	понекад	29	3,60	54,17			
	често	20	4,10	75,78			
	увек	10	4,10	75,85			
Уочени недостаци и ограничења	никад	25	3,00	64,32	6,69	0,153	0,06
	ретко	22	2,60	57,66			
	понекад	29	2,60	50,78			
	често	20	2,20	45,30			
	увек	10	1,90	41,60			

Пост хок анализа је извршена путем Ман-Витнијевог теста (са Бонферонијевом корекцијом) како би се утврдило између којих група постоји статистички значајна разлика. По питању конструкта уочена корисност и предности постоји статистички значајна разлика између прве и четврте групе ($U = 88,00$; $Z = -3,71$; $p < 0,001$; $r = -0,55$) и између прве и пете групе ($U = 38,50$; $Z = -3,16$; $p = 0,002$; $r = -0,53$), односно наставници који често и увек користе сопствене мобилне уређаје у пракси статистички значајно више процењују

корисност и предности ових уређаја у настави од наставника који никада не користе мобилне уређаје. По питању другог конструкта (самоефикасност) статистички значајна разлика постоји између прве и четврте групе ($U = 75,50$; $Z = -4,00$; $p < 0,001$; $r = -0,60$), прве и пете групе ($U = 39,00$; $Z = -3,15$; $p = 0,002$; $r = -0,53$), друге и четврте групе ($U = 77,50$; $Z = -3,61$; $p < 0,001$; $r = -0,56$) и друге и пете групе ($U = 39,50$; $Z = -2,88$; $p = 0,004$; $r = -0,51$), односно наставници који често и увек користе сопствене мобилне уређаје у пракси статистички значајно више процењују своју самоефикасност са овим уређајима од наставника који никад или ретко користе мобилне уређаје.

Треба истаћи да је проверено и да ли варијабле пол, године старости (груписане) и године радног искуства (груписане) утичу на димензије које се односе на спремност наставника да организује наставу са мобилним уређајима. Међутим, резултати покренутих тестова нису статистички значајни (видети Прилог 9, Табеле А10, А11 и А12).

У оквиру ове хипотезе разматрано је и колико наставници организују наставу тако да користе мобилне уређаје које поседују ученици, односно колико примењују BYOD у пракси. Притом су ови резултати укрштени са подацима који се односе на правилнике школа по питању примене мобилних уређаја на часовима (Табела 28).

Табела 28. Одговори наставника географије на питање „Колико често организујете наставу тако да ученици користе своје мобилне уређаје (паметан мобилни телефон, таблет или лаптоп)?“ укрштени са одговором на питање о томе како школски прописи третирају примену мобилних уређаја (паметних телефона и таблета) на часовима

Примена мобилних уређаја у школским прописима	никад	ретко (једном у полугодишту)	понекад (једном месечно)	често (сваке недеље)
није дозвољена ($n = 57$)	15 (26,32%)	18 (31,58%)	16 (28,07%)	8 (14,04%)
није дозвољена, али се толерише у пракси ($n = 5$)	1 (20%)	1 (20%)	1 (20%)	2 (40%)
није регулисана ($n = 26$)	2 (7,69%)	9 (34,62%)	10 (38,46%)	5 (19,23%)
дозвољена је ($n = 18$)	1 (5,56%)	7 (38,89%)	5 (27,78%)	5 (27,78%)
Укупно ($n = 106$)	19 (17,92%)	35 (33,02%)	32 (30,19%)	20 (18,87%)

На основу табеле 28 може се закључити да без обзира на прописе школа у којима су запослени већина наставника (82,08%) укључених у ово истраживање бар једном у полугодишту организују часове на којима ученици користе своје мобилне уређаје, док 49,06% наставника географије такве активности организују на месечном или недељном нивоу.

На основу добијених резултата **пета хипотеза се може прихватити**, јер наставници који поседују лаптоп рачунаре пријављују већу самоефикасност, док наставници који поседују таблете/iPad-е боље оцењују своју спремност да организују наставу са мобилним уређајима по свим разматраним димензијама. Такође, наставници који често или увек користе своје мобилне уређаје у пракси виде ове уређаје више корисним и са мање ограничења, док своју самоефикасност статистички више процењују у односу на наставнике који никад или ретко користе властите мобилне уређаје у раду.

ХИПОТЕЗА 6 – УТИЦАЈ ГОДИНА СТАРОСТИ НАСТАВНИКА ГЕОГРАФИЈЕ НА СТАВ О ПРИМЕНИ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У НАСТАВНОМ ПРОЦЕСУ

Шестом хипотезом је претпостављено да млађи наставници имају позитивнији став о примени имерзивних технологија у настави и учењу географије. Прво су упоређени конструкти који се односе на став о примени проширене и виртуелне реалности у настави географије према груписаним годинама старости наставника.

Резултати спроведених Крускал Волисових тестова (Табела 29) нису статистички значајни по посматраним конструктима који се односе на став наставника о проширеној реалности у географском образовању.

Табела 29. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај година старости наставника на конструкте који се односе на став о примени проширене реалности у географском образовању

Конструкти	Године старости	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена употребљивост	до 35 година	18	4,00	47,00	1,03	0,597	0,01
	од 36 до 50 год.	67	4,00	54,43			
	51 и више год.	21	4,00	56,10			
Уочена ограничења и анксиозност	до 35 година	18	2,83	56,81	3,81	0,149	0,04
	од 36 до 50 год.	67	2,83	56,27			
	51 и више год.	21	2,50	41,83			

Табела 30 показује да резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај година старости наставника на конструкте који се односе на став о примени виртуелне реалности у образовању нису статистички значајни.

Табела 30. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај година старости наставника на конструкте који се односе на став о примени виртуелне реалности у географском образовању

Конструкти	Године старости	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена употребљивост	до 35 година	18	3,90	40,92	3,95	0,139	0,04
	од 36 до 50 год.	67	4,20	56,99			
	51 и више год.	21	4,20	53,14			
Коришћење и упознатост	до 35 година	18	2,50	60,78	1,44	0,487	0,01
	од 36 до 50 год.	67	2,50	52,76			
	51 и више год.	21	2,00	49,62			
Анксиозност према примени	до 35 година	18	2,33	58,69	4,10	0,129	0,04
	од 36 до 50 год.	67	2,33	55,81			
	51 и више год.	21	2,00	41,69			

Треба напоменути да је испитан и утицај пола (видети Прилог 9, Табеле А13 и А14) и година радног стажа наставника (видети Прилог 9, Табеле А15 и А16) на конструкте који се односе на став о примени имерзивних технологија у географском образовању. Спроведеним тестовима је утврђено да не постоји статистички значајна разлика.

У склопу ове хипотезе анализирано је и да ли године старости наставника утичу на њихову процену потенцијала примене имерзивних технологија у настави и учењу географије.

Резултати Крускал-Волисових тестова (Табела 31) не показују статистичку значајност, односно наставници различитих старосних група слично процењују потенцијал примене имерзивних технологија у географском образовању.

Табела 31. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај година старости наставника на процену потенцијала примене имерзивних технологија у географском образовању

Процена могућности примене	Године старости	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Проширене реалности	до 35 година	18	8,00	48,14	1,12	0,571	0,01
	од 36 до 50 год.	67	8,00	53,40			
	51 и више год.	21	8,00	58,40			
Виртуелне реалности	до 35 година	18	7,00	42,42	3,35	0,187	0,03
	од 36 до 50 год.	67	9,00	56,92			
	51 и више год.	21	8,00	52,10			

Проверено је и да ли варијабле пол (Прилог 9, Табела А17) и године радног искуства наставника (Прилог 9, Табела А18) утичу на процену потенцијала примене проширене и виртуелне реалности у настави географије. Резултати спроведених анализа не показују статистичку значајност. Међутим, постоји статистички значајна позитивна корелација између самопријављеног нивоа развијености дигиталне компетенције наставника и њихове процене могућности примене проширене ($r_s = 0,32$; $p = 0,001$) и виртуелне реалности ($r_s = 0,31$; $p = 0,001$) у настави и учењу географије.

Као последње, анализирано је и питање које се односи на прихватање коришћења имерзивне виртуелне реалности, односно НМД уређаја (уколико би исти били доступни наставницима). Наставници географије који су учествовали у овом истраживању би у

већини (87,74%) користили уређаје за имерзивну виртуелну реалност, два наставника³¹¹ (1,89%) су пријавила да већ користе НМД уређаје у пракси, док је 9,43% неодлучно, а само један наставник (0,94%) не жели да користи ову технологију. Добијени резултати су посматрани и према издвојеним старосним групама. У групи до 35 година ($n = 18$), 88,89% наставника би користило НМД уређаје у пракси уколико би им исти били доступни, док их један наставник (5,56%) већ користи, а један је несигуран по овом питању (5,56%). У оквиру старосне групе од 36 до 50 година ($n = 67$), 88,06% наставника би користило уређаје за имерзивну виртуелну реалност, док их један наставник (1,49%) већ користи, а 10,45% не зна како да одговори на ово питања. И у групи наставника географије који имају 51 и више година ($n = 21$), 85,71% би користило ову образовну технологију уколико би им била на располагању, док је 9,52% несигурно по овом питању, а један наставник (4,76%) не жели да користи НМД уређаје у пракси.

На основу добијених резултата **шеста хипотеза се одбацује**, јер млађи наставници немају статистички значајно позитивнији став према примени имерзивних технологија у географском образовању. Овакви резултати су охрабрујући, као и чињеница да наставници доста високо процењују потенцијал примене и проширене ($M = 7,62$; $SD = 1,75$) и виртуелне реалности ($M = 7,98$; $SD = 2,00$) у настави географије и већина би користила НМД уређаје (уколико би им били доступни) на часовима.

ХИПОТЕЗА 7 – САГЛЕДАВАЊЕ ТЕШКО РАЗУМЉИВИХ ПРОГРАМСКИХ САДРЖАЈА ОД СТРАНЕ НАСТАВНИКА ГЕОГРАФИЈЕ У КОНТЕКСТУ ИСКОРИШЋАВАЊА ПОТЕНЦИЈАЛА ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА

Седмом хипотезом је претпостављено да наставници географије најчешће истичу математичкогеографске и физичкогеографске наставне садржаје као тешко разумљиве ученицима.

У оквиру ове хипотезе прво су анализирани одговори наставника на питање: „На основу Вашег искуства који наставни садржаји (наставне теме и јединице) су посебно тешко разумљиви ученицима и да ли би коришћење проширене реалности било корисно да ти садржаји постану очигледнији и једноставнији за разумевање?“. На ово питање 95 наставника географије (89,62% узорка) је одговорило са примерима наставних садржаја, један наставник (0,94%) је одговорио да не постоје наставни садржаји који су ученицима тешки (а које би технологија проширене реалности могла да учени лакшим за усвајање), док 10 наставника (9,43%) није одговорило на ово питање. Наставници који су написали одговор су у највећем броју случајева ($n = 60$) истицали физичкогеографске³¹² теме, наставне јединице и наставне садржаје, затим математичкогеографске³¹³ ($n = 39$), потом

³¹¹ Искуства из праксе ових наставника су прикупљена у оквиру додатног истраживања и објављена су у склопу поглавља „Virtual reality as a learning tool: How and where to start with immersive teaching“ (видети Stojšić et al., 2019a).

³¹² Као што су: Постанак Земље; Унутрашња грађа Земље; Геолошка доба; унутрашње и спољашње силе Земље; кретање литосферских плоча; настанак и облици рељефа; ерозија и акумулација (на пример крашка и глацијална); атмосферски процеси; климатски фактори; типови климе; подземне воде; разумевање појмова слив и развође; врсте тла; биљни и животињски свет; и еколошке теме.

³¹³ Као што су: Васиона, небеска тела и њихова кретања и Земљина кретања (ротација и револуција) и последице тих кретања.

картографске и ГИС наставне садржаје³¹⁴ ($n = 29$), а најмање друштвеногеографске³¹⁵ ($n = 14$) и регионалногеографске³¹⁶ ($n = 8$) програмске садржаје. Треба поменути да је пет наставника географије истакло да би проширена реалност била корисна за усвајање целог или готово целог градива. Одабрани одговори наставника на ово питање су приказани у склопу Прилога 3 (Табела А19).

Поред одговора на отворена питања, наставници су оцењивали и могућности примене проширене реалности при учењу и поучавању различитих географских програмских садржаја на петостепеној скали (1 – без могућности, 3 – ограничене и 5 – изузетне могућности). На основу одговора (Табела 32) може се закључити да наставници најбоље оцењују могућности примене ове технологије са физичкогеографским ($M = 4,05$; $SD = 0,87$) и регионалногеографским наставним садржајима ($M = 4,02$; $SD = 0,80$). Међутим, наставници код свих издвојених група географских садржаја оцењују потенцијал примене проширене реалности изнад 3, што значи да препознају да постоје бар ограничене могућности коришћења ове технологије.

Табела 32. Процена наставника о могућностима примене технологије проширене реалности са различитим географским наставним садржајима

Врста наставног садржаја	<i>M</i>	<i>SD</i>
Картографски и ГИС	3,85	1,07
Математичкогеографски	3,85	0,93
Физичкогеографски	4,05	0,87
Друштвеногеографски	3,85	0,81
Регионалногеографски	4,02	0,80

По питању виртуелне реалности у склопу ове хипотезе анализирани су одговори наставника на питања: „Које наставне садржаје да сте у прилици би посебно реализовали кроз теренски рад и наставне екскурзије? Према Вашем мишљењу колико виртуелне посете са уређајима за имерзивну виртуелну реалност могу да помогну да географски наставни садржаји постану непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање?“. На ова повезана питања 91 наставник географије (85,85%) је дао конкретан одговор, један наставник (0,94%) је написао да виртуелна реалност не може бити од помоћи, док 14 наставника (13,21%) није одговорило. Наставници који су одговорили са примерима су у највећем броју случајева ($n = 46$) истицали да виртуелне посете могу да помогну у настави и учењу физичкогеографских³¹⁷ програмских садржаја, затим регионалногеографских³¹⁸ (n

³¹⁴ Као што су: математички елементи карте (картографска мрежа) и као помоћ при читању карте (на пример при одређивању географске ширине и дужине).

³¹⁵ Као што су: становништво света; народи и религије; миграције; урбанизација; конурбације и мегалополиси; тржишна привреда и глобално тржиште; привредно развијене и неразвијене земље (делови света); и политичка и туристичка географија.

³¹⁶ Као што су: карактеристике појединих континената и просторни размештај географских објеката, појава и процеса (у свету и Србији).

³¹⁷ Наставници су најчешће истицали геоморфолошке садржаје (као што су облици рељефа, вулкани, земљотреси, ерозивни и акумулативни процеси и слично), а нешто мање климатолошке, хидролошке и биоегеографске садржаје. Поједини наставници су навели и еколошке теме.

³¹⁸ Наставници су посебно истакли значај виртуелних путовања при учењу регионалних целина и разноликости Србије, затим завичајне географије и удаљених регија и држава, као и друштвеногеографских знаменитости појединих регија.

= 31) и друштвеногеографских³¹⁹ ($n = 11$), а знатно мање картографских и ГИС ($n = 7$) и математичкогеографских ($n = 5$) наставних садржаја. Треба напоменути да два наставника нису директно одговорила на ово питање него су дали коментаре (да подржавају идеју, али да смо од реализације јако далеко), затим 13 наставника је истакло да би виртуелне посете могле да помогну усвајању различитих, односно скоро свих географских наставних садржаја, док су два наставника виртуелне посете видели као подршку редовним екскурзијама и теренском раду. Одабрани одговори наставника на ово питање су приказани у оквиру Прилога 3 (Табела А20).

Као и код проширене реалности, наставници географије су оцењивали и могућности примене виртуелне реалности при учењу и поучавању различитих географских програмских садржаја на петостепеној скали (1 – без могућности, 3 – ограничене и 5 – изузетне могућности). На основу одговора (Табела 33) може се закључити да наставници најбоље оцењују могућности коришћења ове технологије са физичкогеографским ($M = 3,65$; $SD = 1,11$) и регионалногеографским наставним садржајима ($M = 3,64$; $SD = 1,06$).

Табела 33. Процена наставника о могућностима примене технологије виртуелне реалности са различитим географским наставним садржајима

Врста наставног садржаја	<i>M</i>	<i>SD</i>
Картографски и ГИС	3,56	1,15
Математичкогеографски	3,54	1,11
Физичкогеографски	3,65	1,11
Друштвеногеографски	3,48	0,97
Регионалногеографски	3,64	1,06

Седма хипотеза се може у великој мери *прихватити*, јер наставници у највећем броју издвајају програмске садржаје који се односе на физичкогеографске и математичкогеографске наставне садржаје као тешко разумљиве ученицима, притом виде потенцијал технологије проширене реалности при олакшавању учења наведеног градива. Међутим, треба истаћи да наставници у највећем броју наводе да имерзивна виртуелна реалност може да олакша учење физичке и регионалне географије. Такође, наставници највећи потенцијал примене имерзивних технологија оцењују са физичкогеографским и регионалногеографским програмским садржајима.

ДОДАТНЕ АНАЛИЗЕ

У току израде докторске дисертације појавила се потреба да се прикупљени подаци сагледају шире од постављених хипотеза, односно у другом контексту. Спроведене су три додатне анализе.

АНАЛИЗА КОМЕНТАРА

Студенти су у току обуке имали могућност да на четири места оставе коментаре, односно при евалуацији предавања кандидата, на почетном упитнику, при изради задатка везаног за евалуацију апликација и на завршном упитнику. При евалуацији предавања само

³¹⁹ Као што су: упознавање са религијама, учовавање различитих типова насеља и садржаји привредне и туристичке географије.

два студента су оставила коментаре, један је написао „браво“, а други је написао „било је забавно“. Само студент који је одустао од обуке је оставио коментар на почетном упитнику. На задатку који се односио на евалуацију изабране апликације, две студенткиње су оставиле коментаре. Прва је написала да би коришћење изабране апликације било занимљиво ученицима у поређењу са класичним предавањем, док је друга написала „Захваљујући Nearpod апликацији, комплетна настава може да се изводи само уз помоћ таблет рачунара.“. На завршном упитнику је пет студената оставило коментаре. Три студента су истакла да се географија може учити и без примене савремених технологија, односно изразили су забринутост да различите мобилне и AR/VR апликације могу да одвуку пажњу ученика на саме технологије, а не да им помогну да усвоје географске наставне садржаје. Једна студенткиња је истакла да је проширена реалност одлична, али је изразила сумњу у спремност да се ова технологија уведе, односно написала је „... мислим да ће у Србији бити тешко увести овако нешто. Бар не скоро.“. Друга студенткиња је похвалила обуку и истакла је да јој је била занимљива и корисна.

Наставници географије су у склопу упитника имали могућност да оставе коментаре на три места³²⁰, такође могли су и да оставе коментаре у оквиру посебног формулара који је служио у сврху прикупљања информација ради издавања потврде о учешћу у истраживању.

По питању примене мобилних уређаја 27 наставника је оставило примере и/или коментаре. Четрнаест наставника је навело како користе и/или са којим наставним садржајима примењују ове уређаје у настави. Из одговора се може закључити да наставници и ученици користе мобилне уређаје на часовима за: 1) претрагу информација и занимљивости у вези са градивом на интернету; 2) гледање релевантних видео снимака на YouTube-у; 3) изradу презентација; 4) онлајн неме карте (на пример са <http://www.ilike2learn.com/>); 5) приступ апликацијама као што су „Google Earth“, „Google Maps“ и „Street View“; 6) онлајн игрице са географским садржајем (на пример пузле политичке карте света); 7) прављење фотографија; 8) праћење вебинару; 9) скенирање QR кодова којима се долази до задатака; и 10) квизове и проверу наученог на часу (на пример са апликацијом Kahoot). Једна наставница је написала да ученицима препоручује онлајн садржаје и игрице које им могу олакшати учење градива, али напомиње да је употреба мобилних уређаја забрањена у њеној школи. Наставници истичу и проблем застарелих рачунара и проблем са интернетом ($n = 6$) као што су недовољна покривеност, јачина сигнала и број WiFi прикључака. Четири наставнице су изразиле забринутост да би примена мобилних уређаја ученика на часовима могла да доведе до истицања њихових социоекономских разлика и до стварања јаза међу њима, јер немају сви ученици савремене и квалитетне паметне телефоне, таблете и лаптоп рачунаре. Такође, покренуто је питање власништва мобилних уређаја, односно две наставнице би користиле ове уређаје у пракси ако би исти били у власништву школе. Једна учесница истраживања је истакла да велики број ученика у одељењу отежава рад са савременим уређајима, док друга истиче да опрема без одговарајућег софтвера не вреди пуно и да школе треба да обезбеде сваком наставнику

³²⁰ На крају трећег дела упитника „Уколико имате коментар или примере из сопствене праксе у вези са применом мобилних уређаја, образовних апликација и онлајн алата у настави оставите их овде.“, затим на крају четвртог дела упитника „Уколико имате коментар или примере из сопствене праксе у вези са применом проширене реалности у настави оставите их овде.“ и на крају петог дела упитника за наставнике географије „Уколико имате коментар или примере из сопствене праксе у вези са применом виртуелне реалности у настави оставите их овде.“.

софтвер који му је потребан да на квалитетан начин користи ИКТ у пракси. Два коментара се односе на питање утицаја неконтролисаног коришћења мобилних уређаја и интернета на развој критичког мишљења и запажања, односно једна наставница истиче „све могу да пронађу, све мање размишљају“. Поједини коментари су приказани у Табели 34.

Табела 34. Одабрани коментари наставника о примени мобилних уређаја у настави

Учесници	Коментари
Наставник 2	Ученици воле да користе мобилне телефоне, али често користе пакете без интернета, па је потребно поставити Wifi уређај у учионици и омогућити им приступ.
Наставник 24	Примена паметних телефона у настави могућа је само под условом да га сви ученици имају, што данас није случај.
Наставник 35	Мобилни телефон не користим у процесу наставе, што не дозвољавам ни ученицима. Увођењем истих у процес наставе створио би јаз између ученика који не поседују смарт телефоне, и оних који поседују исте. То је један од највећих разлога што сам против коришћења мобилних уређаја у настави. Поздрав!
Наставник 43	Теза је занимљива и веома актуелна. Као мој прилог могу да кажем да је употреба мобилних уређаја у настави одличан начин да се они заиста паметно употребе (пошто их ученици и иначе користе у сасвим различите сврхе). Заиста са видним уживањем и интересом прикупљају податке, нарочито они ученици који углавном нису активни. За сада се, у мом случају, употреба мобилних уређаја код ученика своди на израду презентација, као и у оквиру групног и индивидуалног рада.
Наставник 61	Врло успешно користим онлајн неме карте у настави. Ученици скенирањем QR кодова долазе до задатака које им задајем и на тај начин вежбају и побољшавају резултате, јер је све занимљивије уз телефон и таблет. Поред овог садржаја, често користимо VR наочаре, тако да су нам ученички мобилни телефони неопходни за реализацију часа.
Наставник 85	Дозвољавам да користе лаптоп, а не телефоне јер су забрањени у школи, сем кад се договоримо и обавестимо педагога школе.
Наставник 86	Често са ученицима користим онлајн игрице које су деци веома занимљиве.
Наставник 104	Мислим да није добро да ученици доносе сопствене мобилне уређаје, јер немају сви квалитетне. Ученици морају бити равноправни што се тиче уређаја како би могли да их користе. Ако би школа обезбедила свима, не бих имала ништа против да их користим на часу, прва ја немам услов за тако нешто.

По питању примене проширене реалности 10 наставника је оставило коментаре. Две наставнице су написале како ученици користе мобилне уређаје (у пару, групи или при изради домаћег задатка и/или презентација), али ови примери нису укључивали и примену технологије проширене реалности. Један наставник је написао да већ користи HMD уређаје (односно имерзивну виртуелну реалност) и да су писали захтев за набавку AR Sandbox-а. Две наставнице наводе да немају искуство у примени ове технологије. Три наставника истичу да би примена проширене реалности олакшала учење и разумљивост одређених географских наставних садржаја. Треба напоменути да једна наставница види наставни план и програм географије као проблем за примену проширене реалности, док друга наставница износи мишљење да наставници нису едуковани за коришћење ове технологије у пракси. Једана наставница истиче да у школи у којој ради није дозвољена примена мобилних телефона, такође изражава забринутост по питању непоштовања прописа школе и напомиње да у школама у којима је забрањено коришћење мобилног телефона у настави,

часови на којима се ови уређаји користе углавном нису успешни. Поједини коментари су приказани у Табели 35.

Табела 35. Одабрани коментари наставника о примени проширене реалности у настави

Учесници	Коментари
Наставник 9	Користимо VR наочаре и апликације за паметне телефоне при обради васионе, писали смо захтев да нам се обезбеди AR sandbox.
Наставник 75	Наставници нису едуковани за употребу проширене реалности и нисмо је користили у настави. Пошто само наслућујем шта све могу са тим да одрадимо, на основу тога сам и давала одговоре.
Наставник 91	Коришћење проширене реалности било би корисно за повећање очигледности и разумљивости наставних садржаја.
Наставник 99	У мојој школи (основна и средња) није дозвољено коришћење мобилног телефона. У основној школи ако би дозволила на часу, правила би проблеме осталим колегама, који поштују правила школе. Како једна наставница дозволи, а друга не... Деца, су таква, злоупотребљавају коришћење мобилног телефона. Знам више случаја, нпр. из музичког су користили телефон на часу, а уместо да би слушали музику они су се дописивали на Виберу... У школама где је забрањено коришћење мобилног телефона, углавном не успе час како треба.

По питању примене виртуелне реалности 10 наставника је оставило примере и/или коментаре. Три наставнице су написале да користе само „Google Earth“, „Google Maps“ и „Street View“, док је једна наставница у коментару навела линкове ка њеном блогу из којих се види на који начин користи *Google Cardboard* на часовима. Две наставнице су навеле да немају искуство са овом технологијом. Три наставника износе мишљење да би примена виртуелне реалности унапредила наставу географије и олакшала трајно усвајање знања, док је једној наставници драго што је била део овог истраживања. Треба истаћи да две наставнице исказују своју забринутост по питању губитка контакта са природом и запостављености теренског рада у настави, док једна наставница истиче да је неопходна уредба (или препорука) која подржава примену мобилних и HMD уређаја у настави. Поједини коментари су приказани у Табели 36.

Табела 36. Одабрани коментари наставника о примени виртуелне реалности у настави

Учесници	Коментари
Наставник 1	Шта год учимо из географије - коментари су исти - најбоље би било уживо видети. Мислим да иако то није могуће реализовати виртуелна реалност би донекле испунила те њихове жеље.
Наставник 86	Мислим да би примена ових технологија значајно допринела побољшању наставног рада и процеса и да би деца много лакше савладала градиво применом ових иновација, а уз то и заинтересованост деце за науком била би већа.
Наставник 93	Примере у досадашњем раду још увек немам.
Наставник 97	Само Google Maps и Google Street View користим. Проблем који сматрам доминантним у примени ових метода јесте губитак контакта са природом. Директан контакт са природом, односно теренски рад је апсолутно запостављен у настави. Запостављен је деценијама. То није тема Ваше дисертације, али сматрам да ове методе, које јесу импресивне, такође представљају линију мањег отпора.

На формулару за добијање потврде 12 наставника је оставило коментаре. Седам наставника је искористило прилику да се захвале на учешћу у истраживању, да похвале

избор теме и њену занимљивост и релевантост, као и да пожеле пуно успеха кандидату у изради дисертације. Три наставнице су исказале и интересовање за наставак сарадње, док је једна наставница написала „Кроз овакве начине учења, видим школу, пре свега наставу географије у будућности.“. Једна наставница је истакла да је закон Републике Србије лош по питању броја ученика у одељењу и да је у одељењима у којима је 30 ученика тешко контролисати да ли деца правилно користе интернет, док је друга наставница нагласила проблем закона и уредби по питању коришћења мобилних уређаја у настави.

РЕЗУЛТАТИ КЛАСТЕР АНАЛИЗЕ

Спроведена је кластер анализа путем које су наставници географије груписани по сличности одговара на пет улазних варијабли. Прве три улазне варијабле су фактори скале која мери спремност наставника за организовање наставе са мобилним уређајима, односно то су три конструкта (уочена корисност и предности, самоефикасност и уочени недостаци и ограничења) који су мерени на петостепеној скали Ликертовог типа (1 – *уопште се не слажем*, 3 – *неутралан/а сам* и 5 – *у потпуности се слажем*). Четврта улазна варијабла је самопријављена развијеност дигиталне компетенције (мерена на десетостепеној скали од 1 – *неразвијене* до 10 – *у потпуности развијене*), док је пета улазна варијабла одговор наставника на питање „Колико често користите информационо-комуникационе технологије доступне у школи у Вашој наставној пракси?“ које је мерено на петостепеној скали Ликертовог типа (распон одговора: 1 – *никад*, 3 – *понекад* и 5 – *увек*). Резултати хијерархијске кластер анализе имају највише смисла када се издвоје четири групе (кластера) наставника географије (Табела 37).

Табела 37. Средње вредности и стандардне девијације улазних варијабли према издвојеним кластерима

Улазне варијабле	Први кластер <i>n</i> = 55		Други кластер <i>n</i> = 16		Трећи кластер <i>n</i> = 21		Четврти кластер <i>n</i> = 14	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Самоефикасност	4,09	0,49	2,72	0,57	3,05	0,60	3,04	0,56
Уочена корисност и предности	4,46	0,45	3,44	0,48	4,00	0,31	2,90	0,86
Уочени недостаци и ограничења	2,13	0,58	3,21	0,36	2,52	0,49	3,56	0,66
Самопријављена развијеност дигиталне компетенције	8,25	1,11	6,25	1,24	4,86	0,91	7,93	1,21
Пријављено коришћење доступних ИКТ у настави	4,07	0,79	2,38	0,62	3,43	0,60	3,93	0,62

Карактеристике издвојених кластера су:

1. Први кластер је назван „самопоуздани и иновативни наставници“ и обухвата наставнике географије који пријављују висок ниво самоефикасности при примени мобилних уређаја у настави, уочавају њихове бројне бенефите (и излазе на крај са њиховим ограничењима), високо вреднују развијеност својих дигиталних компетенција и често користе доступне ИКТ у настави.

2. Други кластер је назван „наставници традиционалног приступа“ и обухвата наставнике географије који су несигурни по питању своје самоефикасности при примени мобилних уређаја у наставном процесу, такође неодлучни су по питању предности и недостатака коришћења ових уређаја, пријављују средњи ниво развијености дигиталне компетенције и доступне ИКТ ретко примењују у наставној пракси.

3. Трећи кластер је назван „оптимистични али ниско дигитално компетентни наставници“ и обухвата наставнике који су несигурни по питању своје самоефикасности при примени мобилних уређаја у наставном процесу, слажу се да постоје значајни бенефити од њиховог коришћења (и да недостаци и ограничења нису превелики да би онемогућавали примену). Међутим, пријављују низак ниво развијености дигиталне компетенције и само понекад укључују ИКТ у своју наставну праксу.

4. Четврти кластер је назван „песимистични али дигитално компетентни наставници“ и обухвата наставнике који нису сигурни по питању своје самоефикасности са мобилним уређајима у наставном процесу и слажу се да су недостаци и препреке при коришћењу ових уређаја већи од бенефита. Међутим, пријављују висок ниво развијености дигиталних компетенција и често примењују доступне ИКТ у пракси.

Резултати ове анализе су детаљно представљени у раду „*The readiness of geography teachers to use mobile devices in the context of immersive technologies integration into the teaching process*“ (видети Stojšić et al., 2019b).

РЕЗУЛТАТИ SWOT АНАЛИЗЕ

На основу прегледа литературе (приказано у оквиру теоријског дела дисертације), резултата спроведених истраживања са студентима и наставницима географије и анализом стања урађена је SWOT анализа како би се добила што боља општа слика о позитивним и негативним интерним и екстерним утицајима примене имерзивних технологија у настави географије. Табела 38 приказује обједињене резултате, док су издвојени фактори у оквиру одговарајућих компоненти SWOT анализе детаљно објашњени у раду „*Primena proširene i virtuelne realnosti u nastavi geografije: SWOT analiza i predlog integracije*“ (видети Stojšić, Ivkov-Džigurski, Đukićin Vučković et al., 2019).

Табела 38. Резултати SWOT анализе

Снаге	Слабости
<p>S1 - Развијање интернет мреже у школама у Србији</p> <p>S2 - Поседовање мобилних уређаја од стране наставника и ученика (студената)</p> <p>S3 - Повећање занимљивости наставе и активности ученика уз примену мобилних уређаја</p> <p>S4 - Препознавање употребљивости и афорданси имерзивних технологија у настави географије</p> <p>S5 - Прихватање коришћења од стране наставника и студената географије</p> <p>S6 - Могућа ефикасна примена при поучавању и учењу географских садржаја</p> <p>S7 - Могућа успешна интеграција кроз BYOD иницијативу</p> <p>S8 - Могућност комбиновања имерзивних технологија са другим онлајн алатима и традиционалним наставним средствима</p>	<p>W1 - Рестриктивни школски прописи</p> <p>W2 - Различито тумачење законских прописа и других стратешких докумената</p> <p>W3 - Недовољна ИКТ инфраструктура и опремљеност школа</p> <p>W4 - Примена BYOD концепта може нагласити социо-економске разлике међу ученицима</p> <p>W5 - Старосна и временска ограничења, као и разлике међу мобилним и НМД уређајима</p> <p>W6 - Безбедносни и здравствени ризици</p> <p>W7 - Ограниченост само на бесплатан софтвер</p> <p>W8 - Неопходност обуке и институционалне и техничке подршке</p> <p>W9 - Иницијално образовање не развија напредне дигиталне компетенције</p> <p>W10 - Примена захтева интензиван рад наставника у припремној фази</p> <p>W11 - Ризик лоше интеграције и тешкоће у раду са великим одељењима</p>
Могућности	Опасности
<p>O1 - Развијање нових педагошких парадигми и учења потпомогнутог технологијом</p> <p>O2 - Промовисање имерзивних технологија на конференцијама и скуповима намењеним наставницима</p> <p>O3 - Постојање акредитованих семинара и онлајн обука</p> <p>O4 - Постојање међународних пројеката намењених наставницима и ученицима</p> <p>O5 - Развијена онлајн заједница наставника</p> <p>O6 - Доступност апликација које се могу применити у настави географије</p> <p>O7 - Доступност 3Д модела, 360° видео материјала и панорама у отвореном приступу</p> <p>O8 - Могућност коришћења алата за непосредну израду за креирање имерзивних образовних искустава</p> <p>O9 - НМД уређаји постају све јефтинији и доступнији</p>	<p>T1 - Увођење рестриктивних законских прописа по питању примене мобилних и НМД уређаја</p> <p>T2 - Убрзан развој мобилних и имерзивних технологија доводи до брзог застаревања уређаја</p> <p>T3 - Укидање или промена услова коришћења алата или апликација</p> <p>T4 - Изостанак шире друштвене подршке за примену имерзивних технологија у образовању</p>

Извор: Стојишић, Ивков-Дџигурски, Дукићин Вуčković et al., 2019

ДИСКУСИЈА

Основна идеја ове дисертације је разматрање могућности примене имерзивних технологија у настави и учењу географије кроз опсежан преглед литературе и спровођењем истраживања са наставницима и студентима географије.

Данашњи факултетски студенти живе окружени технологијом и у великој већини поседују мобилне уређаје и користе их масовно у свакодневном животу. Међутим, потенцијали ових уређаја се недовољно примењују у процесима наставе и учења (Delello et al., 2015; Milošević et al., 2015; Mota et al., 2018). И истраживање спроведено са студентима географије³²¹ потврђује овакво стање, односно већина (93,75%) учесника је поседовала паметан телефон, а 81,25% два или више мобилних уређаја, али само 20,83% студената често или свакодневно користи мобилне апликације за учење.

Резултати тестирања прве хипотезе показују да су студенти географије пријављивали виши степен самоефикасности по питању примене мобилних уређаја у настави после обуке, што је значајно, јер према Моршу (Moersch, 1995) наставници који имају висок ниво самоефикасности су склонији да прихвате промену и уведу иновације у своју наставну праксу и да при томе изаберу најбољу опцију. Студенти су се кроз обуку упознали са мобилним и AR/VR апликацијама које се могу применити у настави географије, затим научили су да направе QR кодове, да користе платформу „Aurasma“ за креирање образовних искустава са проширеном реалношћу, као и да изврше евалуацију мобилних и AR/VR апликација и да организују час са *Google Cardboard*-ом применом апликација као што су „Google Expeditions“ и „Street View“. Резултати самопроцене усвојености садржаја обухваћених обуком указују да 47,92% учесника није савладала коришћење *Aurasma*-е (алата за непосредну израду садржаја са технологијом проширене реалности), док 43,75% студената није знало начине евалуације мобилних, AR и VR апликација. Знатан број студената који нису савладали примену „Aurasma“ платформе, се делимично може приписати недостатку рачунара за време предавања, односно решавању овог задатка кроз групни рад. Међутим, овакви резултати се могу објаснити и налазима из истраживања које су спровели Делило и сарадници (Delello et al., 2015) у ком је истакнуто да прављење AR садржаја може бити тешко и застрашујуће за знатан број студената (посебно оних који немају претходно искуство са овом технологијом), али да уз више вежбе коришћење алата за непосредну израду (као што је „Aurasma“) може постати лакше. Чињеница да преко 40% студената пријављује да није савладала поступке евалуације мобилних, AR и VR апликација се може објаснити малим бројем студената који су урадили овај задатак (само 35,42%), као и чињеницом да су студенти похађали обуку као додаток редовним обавезама из предмета *Иновације у настави географије* или *Активизација у настави географије*. Такође, Грациано (Graziano, 2017) у оквиру недостатака сличног истраживања, у којем су током четири недеље студенти (будући наставници) били обучавани да користе имерзивне технологије, наводи трајање обуке као негативан фактор, односно истиче да је технологијама проширене и виртуелне реалности можда боље посветити цео курс. Треба истаћи и чињеницу да постоји велика и статистички значајна позитивна корелација између пријављеног степена развијености дигиталне компетенције и просечне оцене ставки које се односе на усвојеност

³²¹ Који су у истраживању посматрани и као студенти и као будући наставници.

садржаја обухваћених обуком, што указује на значај развијања дигиталне компетенције будућих наставника географије. Међутим, Ристић (Ristić, 2018), на основу анализе садржаја планова и програма факултета који образују предметне наставнике (укључујући и будуће наставнике географије) у Републици Србији, наводи да прегледани курикулуми не развијају напредне дигиталне компетенције и да се не посвећује пажња темама које се односе на мобилно учење у оквиру дидактичко-методичке обуке студената.

Резултати тестирања друге хипотезе показују да је претходно знање и искуство са технологијом проширене реалности утицало на став и вредновање ове образовне технологије, односно тек после одслушане обуке нису постојале статистички значајне разлике међу студентима. Овакви резултати указују на неопходност укључивања садржаја о имерзивним технологијама у иницијално образовање и стручно усавршавање наставника, јер на опажање афорданси проширене реалности у наставном процесу утиче ниво упознатости и степен коришћења ове технологије. Треба напоменути да је уочавање афорданси одређене образовне технологије први корак ка њеној примени у пракси (Mishra, Koehler, 2006). Такође, већина студената (56,25%) би користила AR апликације које прате факултетске уџбенике што је у складу са сличним истраживањима на овом нивоу образовања (видети Delello et al., 2015; Ibáñez et al., 2016; Küçük et al., 2016). Битно је нагласити и да не постоји статистички значајна веза између пола и прихватања коришћења AR апликација.

Резултати тестирања треће хипотезе указују да је у обуку можда потребно укључити и друге HMD уређаје (не само *Google Cardboard*) како би студенти стекли потпунију слику о корисностима и ограничењима имерзивне виртуелне реалности. Студентима географије би било добро омогућити и искуство са напредним HMD уређајима (као што је *Oculus Rift*) и са апликацијом „*Google Earth VR*“ (резултате таквог истраживања видети у Detyna, Kadiri, 2019). Међутим, треба истаћи да преовлађује умерено позитиван став према примени ове технологије при учењу географских програмских садржаја што је охрабрујуће, јер став може да утиче на стварну употребу у наставној пракси (Seraji et al., 2017). Такође, студенти доста високо процењују потенцијал примене виртуелне реалности у географском образовању и већина (66,67%) би користила HMD уређаје при учењу предмета које слушају на факултету, што је у складу са претходним истраживањима на нивоу високог образовања (видети Baxter, Hainey, 2019; Madini, Alshaikhi, 2017; Hussein, Nätterdal, 2015).

Резултати тестирања четврте хипотезе показују да студенти верују да би им проширена и виртуелна реалност највише помогла при учењу физичкогеографске групе предмета (посебно *Опште геологије са минерологијом* и *Геоморфологије*), што је у складу са литературом која указује да је учење физичке географије (посебно геоморфологије и геологије) најтеже и апстрактно студентима геонаука (видети Bursztyn, Shelton et al., 2017; Bursztyn, Walker et al., 2017; Turan et al., 2018).

Тео и сарадници (Тео et al., 2016) истичу да је примена нових образовних технологија у Републици Србији на ниском нивоу и да постоје бројни изазови у процесу интеграције. Истраживање са наставницима географије је потврдило ове наводе, јер немају сви наставници приступ дигиталној учионици, рачунару и интернету, а и они који имају пријављују бројне проблеме у вези са радом рачунара и брзином интернета. За разлику од истраживања које су спровели Короши и Естелецки (Körösi, Esztelecki, 2015), ово истраживање показује да већина наставника географије поседује лаптоп рачунар (87,74%) и паметан мобилни телефон (85,85%).

Базић (2017) наводи да је примена таблета и паметних телефона све присутнија у настави и да се примери могу пронаћи и у школама у Републици Србији. Исти аутор напомиње да компаније које производе мобилне уређаје, као и међународне организације

(нарочито УНЕСКО) пружају подршку коришћењу таблета и паметних телефона у настави (Базић, 2017). Резултати тестирања пете хипотезе показују да наставници географије који поседују и користе сопствене мобилне уређаје у пракси виде ове уређаје кориснијим и више процењују своју самоефикасност у односу на наставнике који не поседују и/или никад (или ретко) користе ове уређаје у раду. Такође, може се закључити да је већина наставника бар једном у полугодишту организовала часове на којима су ученици користили властите мобилне уређаје, док 18,87% њих такве активности организује на недељном нивоу. Међутим, наглашен је проблем школских правилника, јер је само 16,98% наставника пријавило да ради у школама у којима је прописима дозвољено да користе мобилне уређаје на часовима. Овакви резултати указују на потребу да се ово питање дефинише другачије, јер са једне стране причамо о неопходности дигитализације образовања, а са друге стране то је „забрањено воће“.

Резултати тестирања шесте хипотезе показују да пол, године старости и године радног искуства не утичу на став наставника о примени имерзивних технологија у географском образовању, нити на прихватање коришћења HMD уређаја. Овакви резултати су у складу са истраживањем које су спровели Санчез-Мена и сарадници (Sánchez-Mena et al., 2019) и у ком је анализиран утицај пола и година на намеру коришћења образовних видео игара у настави. Међутим, одређени радови (видети Geng et al., 2019; O'Bannon, Thomas, 2014) пријављују да су старији наставници мање склони примени мобилних и имерзивних технологија у пракси, стога је потребно даље истражити ово питање. Треба напоменути да су у узорку овог истраживања наставници који имају развијену дигиталну компетенцију можда више заступљени у поређењу са општом популацијом наставника географије. Такође, постоји статистички значајна позитивна корелација између пријављене развијености дигиталне компетенције наставника и њихове процене могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије.

Резултати тестирања седме хипотезе показују да наставници најчешће издвајају физичко и математичкогеографске садржаје као посебно тешко разумљиве ученицима што је у складу са литературом (видети Minocha et al., 2017; Ромелић, Ивановић, 2011; Turan et al., 2018). Међутим, може се уочити да највећи потенцијал примене имерзивних технологија наставници виде при обради физичко и регионалногеографских садржаја. У пилот истраживању које су спровели Стојшић и сарадници (2018) наставници би WebVR садржаје највише користили при реализацији регионалногеографских програмских садржаја, посебно оних који се односе на националну географију (као што су: национални паркови Србије, планински центри Србије и слично), као и у припремној фази наставне екскурзије.

Резултати додатних анализа су пружили дубље увиде у проблематику дисертације.

У анализи коментара студената географије поред похвала обуке и уочавања корисности имерзивних технологија, истакнута је и забринутост да различите мобилне и AR/VR апликација могу бити реметилачки фактор који одвлачи пажњу ученика, што је истакнуто и у сличном истраживању (видети O'Bannon, Thomas, 2015) у којем су анализирани перцепције будућих наставника према примени мобилних телефона на часовима. Такође, постављено је и питање спремности образовног система Републике Србије да уведе технологију проширене реалности у K-12 образовање. У анализи коментара наставника географије издвојено је десет начина како наставници и ученици користе мобилне уређаје на часовима, али су истакнути и разлози због којих су наставници забринуте када је у питању примена мобилних и имерзивних технологија у настави. Покренута су питања која се односе на: квалитет опреме (рачунара), доступност софтвера и интернета у школама, прописе школа, развијеност компетенција наставника, план и

програм, запостављеност теренског рада у настави, величину одељења, као и на утицај неконтролисаног коришћења интернета на развој критичког мишљења и запажања ученика. Такође, поједини наставници су изразили и своју забринутост да би коришћење мобилних уређаја ученика (односно спровођење BYOD иницијативе) довело до наглашавања њихових социо-економских разлика и стварање јаза међу њима. Овакви коментари указују на неопходност поправљања ИКТ инфраструктуре у основним и средњим школама у Републици Србији, другачије уређивање³²² питања примене мобилних уређаја у настави и темељно упознавање наставника са концептом BYOD иницијативе, примерима добре праксе и етичким и безбедносним изазовима који се односе на примену мобилних и имерзивних технологија у образовању. Како употреба BYOD концепта не би довела до јаза између ученика који имају одговарајуће уређаје и оних који их не поседују, овај приступ се може користити само кроз групни облик рада (видети Parezanović, 2017; Stojšić et al., 2019a), или тако што школа или наставници обезбеде додатне одговарајуће мобилне уређаје које ученици могу да користе на часовима у оквиру планираних активности.

Према Мек Калуму и сарадницима (Mac Callum et al., 2014), намера наставника да користи мобилне технологије у пракси зависи од фактора као што су: дигитална писменост, анксиозност према ИКТ и самоефикасност, као и уочене лакоће коришћења и корисности нове технологије. Поменути и слични фактори се могу укључити у кластер анализу. На основу пет улазних варијабли (самоефикасност, уочена корисност и предности, учени недостаци и ограничења, пријављена развијеност дигиталне компетенције и коришћење доступних ИКТ у настави) наставници географије који су учествовали у истраживању су распоређени у четири кластера: 1) самопоуздани и иновативни наставници (51,89%); 2) наставници традиционалног приступа (15,09%); 3) оптимистични али ниско дигитално компетентни наставници (19,81%); и 4) песимистични али дигитално компетентни наставници (13,21%). Охрабрује чињеница да је већина наставника сврстана у први кластер, али се може закључити да је наставницима који су сврстани у остале кластере потребна подршка и квалитетни програми професионалног развоја како би унапредили своје дигиталне компетенције и самоефикасност са мобилним уређајима. Бројни аутори (видети Graziano, 2017; Liu et al, 2017; Olmos et al., 2018; Stojšić et al., 2016) напомињу да је неопходна припрема и обука наставника и студената наставних усмерења за примену имерзивних технологија у наставној пракси. Прегледом³²³ каталога акредитованих програма стручног усавршавања наставника може се уочити да постоје бројни програми који се тичу унапређења дигиталних компетенција наставника и примене ИКТ-а у реализацији наставног процеса. Такође, поједини програми обухватају теме које се односе на примену мобилних уређаја и технологија проширене и виртуелне реалности у настави и учењу (Завод за унапређење образовања и васпитања, 2018).

На основу прегледа литературе, резултата спроведених истраживања и анализе стања урађена је SWOT анализа и истакнути су позитивни и негативни интерни и екстерни утицаји примене имерзивних технологија у настави географије. У оквиру интерних елемената издвојено је 19 фактора (односно осам *снага* и 11 *слабости*) који су добро објашњени у склопу теоријског дела и резултата истраживања ове дисертације. У оквиру екстерних елемената издвојено је 13 фактора (девет *могућности* и четири *опасности*) и потребно је додатно образложити неке од њих. Први фактор у склопу *могућности* (О1 - *Развијање нових педагошких парадигми и учења потпомогнутог технологијом*) је издвојен

³²² Кандидат заступа мишљење да одлуку о коришћењу (или забрани коришћења) мобилних уређаја на часовима треба препустити наставнику.

³²³ Детаљније приказано у уводном делу дисертације.

јер се радови који се односе на учење потпомогнуто технологијом све чешће баве имерзивним технологијама, док их Киншук и сарадници (Kinshuk et al., 2016) виде као иновативне и употребљиве у паметним окружењима за учење, а нова педагошка парадигма *паметна (SMART) педагогија* подржава њихово коришћење (видети Daniela, 2019; Stojšić et al., 2019a). Други фактор (О2 - *Промовисање имерзивних технологија на конференцијама и скуповима намењеним наставницима*) у оквиру *могућности* је издвојен јер су у последње две године имерзивне технологије пронашле своје место како у предавачком тако и у изложбеном делу (или радионицама) бројних скупова организованих у Републици Србији које су масовно посећивали наставници (као што су: „Нове технологије у образовању“, „Scientix конференција“, „Сајам образовања и наставних средстава“ и сличне). Поменути скупови су омогућавали наставницима да сазнају нове информације о имерзивним технологијама и да испробају HMD уређаје и различите AR/VR апликације. Разлози зашто су издвојени остали фактори (О3-О9) у склопу *могућности* су јасни читањем ове дисертације, а могу се пронаћи и у раду „*Primena proširene i virtuelne realnosti u nastavi geografije: SWOT analiza i predlog integracije*“ (видети Stojšić, Ivkov-Džigurski, Đukićin Vučković et al., 2019). У оквиру компоненте *опасности* SWOT анализе издвојена су четири фактора. Први фактор (Т1 - *Увођење рестриктивних законских прописа по питању примене мобилних и HMD уређаја*) се односи на опасност од доношења рестриктивних законских прописа којима би примена паметних телефона, таблета и HMD уређаја била забрањена на часовима. Други фактор (Т2 - *Убрзан развој мобилних и имерзивних технологија доводи до брзог застаревања уређаја*) се односи на појаву да нови модели мобилних уређаја излазе на сваких неколико месеци, што доводи до убрзаног застаревања претходних модела. Овај проблем је посебно изражен код проширене реалности, јер старији паметни телефони и таблети не подржавају ARKit или ARCore, док се код имерзивне виртуелне реалности поставља питање оправданости инвестирања у HMD уређаје (јер се стално најављују нови и бољи). Трећи фактор (Т3 - *Укидање или промена услова коришћења алата или апликација*) се односи на чињеницу да онлајн алати и апликације често мењају услове коришћења (могу смањити бесплатне функције или увести плаћање за коришћење), а такође забележени су и случајеви укидања. Кроз четворонедељну обуку студенти географије су били обучени да користе „Augasma Studio“, али је овај онлајн алат за непосредну израду укинут у јулу 2019. године. Исту судбину доживела је и апликација „Junaiο“ (укинута је 2015. године), коју су користили бројни наставници за креирање едукативних AR искустава. Четврти издвојени фактор (Т4 - *Изостанак шире друштвене подршке за примену имерзивних технологија у образовању*) наглашава значај и утицај друштвене (и институционалне) подршке на примену мобилних и имерзивних технологија у наставној пракси (видети Ristić, 2018; Stojšić et al., 2019a).

ПРЕДЛОГ ИНТЕГРАЦИЈЕ И ПРИМЕНЕ ИМЕРЗИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ГЕОГРАФСКОМ ОБРАЗОВАЊУ³²⁴

Интеграција нове образовне технологије није циљ већ изузетно битан фактор савремене и ефикасно организоване наставе (Мијановић, 2017). Ристић (Ristić, 2018, 126) истиче да „не постоји стратешки и системски приступ у интеграцији дигиталних технологија у образовни систем на свим нивоима“, затим да искуства говоре да су дигитално компетентнији наставници склонији употреби нових метода поучавања и да је мотивација за увођење нових метода повезана са степеном развијености компетенција.

Промене у високом образовању су уско повезане са реформама основног и средњег образовања, посебно у оном делу универзитетског образовања које се односи на образовање будућих наставника (Jerковић et al., 2011). Укључивањем технологија проширене и виртуелне реалности у факултетску наставу утиче се и на њихову будућу примену у основношколским и средњошколским учионицама. Данашњи факултетски студенти су припадници генерације Z и очекују да су дигитални алати за учење интегрисани у њихово образовање и имају тенденцију да посебно напредују када су им омогућена изазовна имерзивна образовна искуства (Azhar et al., 2018). Наведено говори да дигиталне технологије треба интегрисати у факултетску наставу географских предмета како би се задовољиле потребе и очекивања студената, док се силабуси дидактичко-методичких предмета морају допунити сазнањима о новим педагошким парадигмама и примени мобилних и имерзивних технологија у наставном процесу. Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019b) указују да се иницијално дидактичко-методичко образовање будућих наставника све више заснива на ТРАСК моделу (видети Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013; Mishra, Koehler, 2006), пошто поменути модел представља стандардни оквир за имплементацију и ефикасну примену образовне технологије (Bower et al., 2010). Поред разумевања ТРАСК модела потребно је припремити студенте географије (наставног усмерења) за сврсисходну и ефикасну примену ИКТ-а у будућој пракси, као и развијати њихове дигиталне компетенције. Ристић (Ristić, 2018) наводи да се квалитетно образовање за примену ИКТ-а у наставном процесу може реализовати кроз четири фазе. У првој фази је потребно да наставници (или будући наставници) детектују потенцијал примене одређене технологије у наставном раду, у другој фази да науче да је примењују, док је у трећој фази циљ да разумеју где и када да је примене, а у четвртој фази фокус је на специјализацији за коришћење одговарајућих алата (у складу са потребама наставног предмета) (Ristić, 2018). Обука студената географије за примену имерзивних технологија се може спроводити кроз наведене четири фазе у склопу дидактичко-методичких предмета, али би било пожељно да студенти имају прилику и да посматрају часове иновативних наставника који већ примењују мобилне (и имерзивне) технологије у пракси.

Ристић (Ristić, 2018) напомиње да се дигиталне технологије у наставном процесу могу сврсисходно применити само ако су наставници оспособљени и ако имају потребне услове. Међутим, поред издвојеног треба истаћи и стање школске климе и прописе школе,

³²⁴ Напомена: Део текста из овог одељка је објављен у раду „*Primena proširene i virtuelne realnosti u nastavi geografije: SWOT analiza i predlog integracije*“ (видети Stojšić, Ivkov-Džigurski, Đukićin Vučković et al., 2019).

јер лоша школска клима и рестриктивни прописи могу угушити иницијативу наставника да у праксу укључи мобилне и имерзивне технологије. Према Вилотијевићу и Вилотијевићу (2008) најуспешније су оне иновације које су започете у учионици, док је посао званичних органа да оне новине које се покажу као успешне у пракси озваниче, односно предлажу да промене почну од нивоа наставника (и школе) и да се постепено обухвати цео образовни систем.

Џенг и сарадници (Geng et al., 2019) предлажу да се обука наставника географије за примену имерзивних технологија реализује на основу АСЕ (А - *Acceptance*, С - *Creation* и Е - *Expertise*) оквира, односно кроз три корака који се надовезују један на други. Први корак се односи на *прихватање* (енгл. *acceptance*). Кроз овај корак је потребно наставницима предочити потенцијалну корисност имерзивних технологија и обезбедити им могућност да испробају и науче како да користе мобилне и HMD уређаје, као и да се упознају са AR/VR апликацијама намењеним настави и учењу географије. Конструкти ТАМ³²⁵ модела (енгл. *Technology Acceptance Model*; Davis, 1989; Davis et al., 1989) се могу користити за проверу степена прихватања имерзивних технологија од стране наставника географије. Други корак је *креирање* (енгл. *creation*) и односи се на педагошку интеграцију имерзивних технологија у складу са ТРАСК моделом (видети Koehler, Mishra, 2009; Koehler et al., 2013; Mishra, Koehler, 2006), односно кроз овај корак наставнике треба припремити за коришћење (и модификовање) доступних ресурса и опреме (на пример 360° камера), као и алата за непосредну израду који омогућавају стварање нових искустава и садржаја погодних за наставу географије. Такође, потребно је подстицати наставнике да направљене материјале и припреме за час размењују. Трећи корак је *експертиза* (енгл. *expertise*) и односи се на примену имерзивних технологија у пракси у дужем периоду. Кроз последњи корак наставник континуирано унапређује и прилагођава примену виртуелне (и/или проширене) реалности потребама наставе и ученика и добија повратне информације кроз циклусе акционих истраживања (Geng et al., 2019). Такође, потребно је прикупити искуства наставника који су достигли трећи корак и учинити их доступним другим наставницима и студентима географије (наставног усмерења).

Џау и сарадници (Zhao et al., 2002) напомињу да би наставници требало да усвоје еволуционистички, а не револуционистички приступ према иновацијама, јер превелике промене могу довести до негативних ефеката, односно мање промене које се надовезују на већ постојеће искуство су прихваћеније, успешније и изазивају мање фрустрација код

³²⁵ Џенг и сарадници (Geng et al., 2019) предлажу коришћење оригиналних конструкта ТАМ модела (Davis, 1989; Davis et al., 1989), односно мерење: уочене корисности (енгл. *perceived usefulness*), уочене лакоће коришћења (енгл. *perceived ease of use*) и намере коришћења (енгл. *behaviour intention*). Овај модел је у оригиналном или измењеном облику коришћен у бројним истраживањима која се односе на прихватање и намеру коришћења имерзивних технологија у формалном и неформалном образовању (видети Guest et al., 2018; Rasimah et al., 2011; Стојшић et al., 2018; Huang et al., 2016) и разматран је као могућа теоријска основа за ову дисертацију. Међутим, у литератури не постоји сагласност око фактора који се укључују када се истражују имерзивне технологије, а такође није увек јасна ни повезаност конструката у моделу. Истраживачи у ТАМ (Davis, 1989; Davis et al., 1989) и друге моделе произашле из ове теорије, као што су UTAUT (енгл. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*; Venkatesh et al., 2003) и UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012), укључују и бројне додатне факторе, као што су: самоефикасност, обученост, ниво образовања, социо-економски фактори, претходно искуство, знање, мотивисаност, добровољност, задовољство, лична иновативност, оптимистична пристрасност, употребна вредност, уочена кредибилност, уочена поверљивост, компатибилност, став према употреби, масовност употребе, утицај културе, локус контроле, анксиозност, уочени ризик, отпорност на промене и друге (видети Dwivedi et al., 2011; Sánchez Prieto et al., 2016).

наставника. Ову сугестију би требало прихватити и при интеграцији имерзивних технологија на свим нивоима географског образовања. При интеграцији проширене и виртуелне реалности наставник географије треба да сагледа неколико аспеката (који су приказани као кораци):

1. *Процена располагања потребном инфраструктуром, подршком и опремом* – се пре свега односи на питање да ли наставник/ца у школи има подршку³²⁶ (директора, других наставника, педагошко-психолошке службе, ученика и њихових родитеља или старатеља) за увођење иновација (односно имерзивних технологија), затим стабилан приступ интернету, као и потребним мобилним и/или HMD уређајима (било да су у личном власништву или власништву школе или ученика). Према Стојшићу и сарадницима (Stojšić et al., 2016) за коришћење апликације „Google Expeditions“ кроз групни рад је потребно најмање седам одговарајућих уређаја (шест паметних телефона који подржавају *Google Cardboard* и/или *ARCore/ARKit* за шест група ученика и један мобилни уређај за наставника). Донали (Donally, 2018) истиче да је заблуда да сваки ученик мора да има свој уређај како би се имерзивне технологије користиле у настави, али напомиње да морају бити задовољени одређени услови. Исти аутор наводи да наставници који размишљају о интеграцији ових технологија треба прво пажљиво да процене услове и да утврде са којим и са колико мобилних и/или HMD уређаја могу да располажу и да провере ли су задовољени услови који се односе на приступ интернету и могућност пуњења батерија уређаја (Donally, 2018).

2. *Процена шта и како може да примени* – се заснива на сагледавању могућности у оквиру расположивих услова. Наставници у складу са развијеношћу својих компетенција, доступних ресурса и потреба наставе и ученика треба да размотре и одаберу оне имерзивне садржаје и апликације које могу да примене и искористе. Циљ је постићи ефикасно и персонализовано образовно искуство. Више о проналажењу едукативних 360° фото и видео материјала погодних за наставу географије погледати у Стојшић et al. (2018). Истраживање, које су спровели Стојшић и сарадници (Stojšić et al., 2019a), показује да наставници у Републици Србији најчешће интегришу имерзивне технологије путем BYOD приступа и користе их углавном кроз групни рад и пројектну наставу.

3. *Предузимање мера која се тичу безбедности* – се односи на спровођење поступака који треба да обезбеде сигурност ученика при коришћењу имерзивних технологија. Наставник/ца треба да: прилагоди простор (учионицу) коришћењу мобилних и/или HMD уређаја, прикупи потребне информације од ученика (поготово ако се користи BYOD концепт) и дозволе (школе, родитеља/старатеља и педагошко-психолошке службе), успостави правила рада (видети Anshari et al., 2017) и направи информативне постере и слично. За више информација о интеграцији напредних HMD уређаја (односно имерзивне виртуелне реалности) у окружења за учење погледати у Southgate et al. (2019).

4. *Припрема ученика за коришћење мобилних и/или HMD уређаја у сврху учења* – је неопходан корак како би настава у којој се користи проширена и/или виртуелна реалност била успешна. Такође, ученици (студенти) се морају добро упознати и придржавати састављених правила рада са мобилним и/или HMD уређајима на часовима.

5. *Одабир наставних садржаја са којима ће се имерзивне технологије користити* – представља питање које је посебно наглашено у литератури (видети Bailenson, 2018; Gandolfi, 2018; Pantelidis, 2009; Šašinka et al., 2019). При одабиру наставних садржаја са

³²⁶ Више о значају подршке при увођењу имерзивних технологија у наставни процес видети у Stojšić et al. (2019a).

којима је примерено и смислено користити технологије проширене и виртуелне реалности наставници могу да крену од образовних стандарда и жељених исхода (Stojšić et al., 2016), као и честих мисконцепција (видети Nelson et al., 1992; Ozturk, Alkis, 2010; Chang, Pascua, 2016) и наставних јединица које су ученицима (студентима) тешке за усвајање (Стојшић et al., 2018).

6. *Вршење континуиране евалуације* – је неопходно како би се сазнало шта даје жељене резултате (а шта не) (видети Geng et al., 2019; Pantelidis, 2009; Romrell et al., 2014).

7. *Дељење искуства из праксе и повезивање са другим наставницима који користе имерзивне технологије у настави* – се односи на размену искустава међу наставницима. Поред писања блогова (као добар пример видети Parezanović, 2017), наставници географије своја искуства примене имерзивних технологија у пракси могу послати и на конкурсе као што су: „Дигитални час“, „Најбоља методичка иновација“³²⁷ и „Сазнали на семинару - применили у пракси“. Повезивање са другим наставницима је данас олакшано, јер постоје бројне групе на друштвеним мрежама (примери неких од група на Фејсбуку су: „Virtual & Augmented Reality for Education“³²⁸; „Google Expeditions & Tour Creator for Education“³²⁹; „Metaverse Teachers“³³⁰; „CoSpaces Edu Community“³³¹ и сличне). Такође, наставници би требало да прате отворене националне и међународне конкурсе, јер на тај начин могу доћи до нових контаката, идеја и знања, али и до опреме (или средстава за куповину мобилних и HMD уређаја).

³²⁷ <http://metodike.bio.bg.ac.rs>

³²⁸ <https://www.facebook.com/groups/arvredu/>

³²⁹ <https://www.facebook.com/groups/154903095172581>

³³⁰ <https://www.facebook.com/groups/246073169217230/>

³³¹ <https://www.facebook.com/groups/480579362131541/>

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Од осамдесетих година XX века ИКТ се убрзано развијају и данас су кључни елементи савременог друштва и економије (Orlosky et al., 2017). У школским системима се не може избећи размишљање о улогама и значају образовне технике, технологије и информатике у повећању ефикасности наставе и учења (Danilović, 2010). Брзим развојем паметних телефона у последњој деценији и појавом нових НМД уређаја (од 2013. године) имерзивне технологије више не захтевају скупу и софистицирану опрему, односно проширена и виртуелна реалност су први пут у историји постале доступне школама, наставницима и ученицима (Akçayır, Akçayır, 2017; Jensen, Konradsen, 2018; Martín-Gutiérrez et al., 2017; Stojšić et al., 2016, 2019a). Међутим, укључивање имерзивних технологија у формално образовање мора да прати и промена схватања, односно ученици (студенти), наставници (професори) и друге заинтересоване стране не би требало да мобилне уређаје перципирају као реметилачки фактор наставе, него као уређаје који могу да обезбеде аутентична искуства учења (Pombo, Marques, 2019). Имерзивно учење се може посматрати као нови приступ активном учењу (Dengel, Mägdefrau, 2019).

Све индустријске револуције су утицале на низ структурних промена у друштву (стварајући нове културне обрасце), тако да је за очекивати и да ће четврта индустријска револуција знатно променити процесе наставе и учења, што са једне стране отвара могућност за знатна унапређења, али са друге стране доноси бројне изазове пре свега по питању приватности и социјалног раслојавања (Базић, 2017). Такође, треба имати у виду да је савремено образовање по својој природи усмерено на будућност и не припрема особу само за постојеће друштво него и за друштво које тек настаје (Milutinović, 2008), односно процењује се да ће због развоја нових технологија око 65% ученика који сада крећу у основну школу радити послове који данас још увек не постоје (Базић, 2017).

Преглед релевантних истраживања у теоријском делу дисертације указује да се географија често издваја као наставни предмет који може да оствари значајне бенефите (повећана очигледност и занимљивост наставних садржаја, као и остваривање бољих исхода учења и мотивисаности ученика) од коришћења имерзивних технологија у настави. Такође, овај део дисертације пружа јасну слику о тренутном степену развоја технологија проширене и виртуелне реалности, њиховој примени у образовању и могућностима коришћења у настави географије. Ово истраживање је пружило и нове увиде и начине размишљања о учењу потпомогнутом технологијом у географском образовању, притом наглашавајући ограничења и потенцијалне проблеме при интеграцији мобилних и имерзивних технологија.

Резултати истраживања са студентима (прве четири хипотезе) показују да је обука утицала позитивно на њихову самоефикасност да примене мобилне уређаје у наставном процесу, као и на њихову упознатост са имерзивним технологијама и педагошким основама учења потпомогнутог технологијом. Такође, студенти су углавном препознали употребљивост и афордансе имерзивних технологија у настави и учењу географије и већина би користила AR апликације и НМД уређаје. Треба истаћи да резултати показују да је студентима потребно пружити додатне задатке и вежбе са алатима за непосредну израду AR/VR садржаја, затим више пажње посветити процесу евалуације апликација и активности са имерзивним технологијама и у обуку укључити и самосталне и напредне НМД уређаје и

симулације/видео игре прилагођене настави (као што је „Minecraft: Education Edition“). Како су имерзивне технологије у блиској вези са мобилним и другим развијајућим технологијама, као и новим педагошким парадигмама (које су већини студената непознате), поставља се питање да ли је четири недеље (колико је трајала обука) оптимално и довољно (видети и Graziano, 2017). Постојање велике и статистички значајне позивитне корелације између пријављеног степена развијености дигиталне компетенције студената и њихове просечне оцене усвојености програма обуке, говори да је можда боље да се садржаји који се односе на учење потпомогнуто технологијом и примену мобилних и имерзивних технологија у настави изучавају цео семестар. На овај начин би и студенти са нижим степеном развијености дигиталних компетенција и мање искуства са AR/VR апликацијама добили више времена да разумеју и савладају ове садржаје.

Резултати истраживања са наставницима географије (пета, шеста и седма хипотеза) показују да су наставници који поседују и користе мобилне уређаје спремнији да наставу организују тако да ученици користе лаптоп рачунаре, таблете, паметне телефоне, онлајн алате и апликације на часовима. Утврђено је и да пол, године живота и радног искуства нису статистички значајне варијабле када се анализира став наставника о примени имерзивних технологија у настави и учењу географије. Треба истаћи да преовлађује позитиван став према проширеној и виртуелној реалности и да наставници препознају њихову употребљивост при реализацији различитих географских програмских садржаја. Такође, већина наставника географије пријављује да би користила НМД уређаје у настави (уколико би им исти били доступни). Ово истраживање је показало да већ постоје наставници географије у Републици Србији који користе мобилне и имерзивне технологије у пракси. Њихова искуства треба сакупити и користити их како у процесу шире интеграције ових технологија, тако и при обуци других наставника и студената наставног усмерења.

Додатне анализе (анализа коментара, кластер и SWOT анализа) су пружиле дубље увиде у проблематику дисертације.

Анализа коментара представља додатну вредност ове дисертације, јер је у први план ставила она питања која код наставника и студената географије изазивају забринутост када се разматра примена мобилних и имерзивних технологија у наставном процесу. Сагледавање покренутих питања је корисно свим заинтересованим странама које учествују у процесу дигиталне трансформације образовног система у Републици Србији.

Резултати спроведене кластер анализе су охрабрујући, јер је већина наставника сврстана у први кластер („самопоуздани и иновативни наставници“). Међутим, резултати ове анализе такође показују да је потребно радити на даљем унапређењу ИКТ инфраструктуре основних и средњих школа, као и на повећању дигиталних компетенција и самоефикасности наставника са мобилним уређајима.

Спроведена SWOT анализа (којом је издвојено осам фактора у оквиру *снага*, 11 фактора у оквиру *слабости*, девет фактора у оквиру *могућности* и четири фактора у оквиру *опасности*) је дала јасну слику о позитивним и негативним интерним и екстерним елементима који утичу на укључивање проширене и виртуелне реалности у наставу географије у Републици Србији и послужила је као основа за предлог интеграције.

Изнет предлог интеграције се састоји од корака и конкретних акција које треба да осигурају смислено, ефикасно и успешно укључивање имерзивних технологија како у иницијално образовање и професионални развој наставника, тако и у наставну праксу на свим нивоима географског образовања.

Истраживање има неколико ограничења. Прво ограничење се односи на величину узорка (и у истраживању са студентима и у истраживању са наставницима географије су коришћени узорци средње величине, односно од 30 до 200 учесника) што утиче на могућност генерализације добијених резултата. Такође, постоје изгледи да су се у истраживању са наставницима географије претежно одазвали они наставници са вишим степеном развијености дигиталне компетенције. Друго ограничење је везано за организовану обуку, односно за чињеницу да током предавања нису сви студенти имали приступ рачунару, затим имерзивну виртуелну реалност студенти су могли да испробају само са *Google Cardboard*-ом (а не и са напредним и самосталним НМД уређајима), а такође мали број студената је поседовао одговарајуће паметне телефоне. Треће ограничење је везано за дизајн коришћених упитника (који се заснивају на самопријављивању), односно питања која се односе на развијеност дигиталне компетенције наставника и студената, примену доступних ИКТ у пракси и слична нису објективно мерена. Четврто ограничење је повезано са спроведеном SWOT анализом за коју се везује и одређен ниво субјективности.

Ова дисертација пружа могуће одговоре на питања која се односе на то *како*, *када* и *зашто* користити проширену и виртуелну реалност у настави и учењу географије. Међутим, у тренутку писања ове дисертације стварна примена имерзивних технологија у пракси је врло ограничена, што указује на неопходност настављања истраживања ове области. Такође, образовни систем Републике Србије се налази у процесу дигиталне трансформације што ће утицати на факторе који су кључни за примену технологија проширене и виртуелне реалности у географском образовању.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ ПОДАТАКА

- Ab Aziz, K., Ab Aziz, N. A., Yusof, A. M., & Paul, A. (2012). Potential for providing augmented reality elements in special education via cloud computing. *Procedia Engineering*, 41, 333-339. doi:10.1016/j.proeng.2012.07.181
- Abd Majid, N. A., & Abd Majid, N. (2018). Augmented reality to promote guided discovery learning for STEM learning. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(4-2), 1494-1500. doi:10.18517/ijaseit.8.4-2.6801
- Avantis systems (2019). *30 creative ways to use ClassVR: Sharing best practice*. Retrieved from <http://www.classvr.com/download/30-creative-ways-to-use-classvr/>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. doi:10.1162/pres.1997.6.4.355
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47. doi:10.1109/38.963459
- Azhar, S., Kim, J., & Salman, A. (2018). Implementing virtual reality and mixed reality technologies in construction education: Students' perceptions and lessons learned. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference of Education, Research and Innovation - ICERI2018* (pp. 3720-3730). Seville, Spain: IATED Academy. doi:10.21125/iceri.2018.0183
- Akdeniz, C. (2016). Instructional strategies. In C. Akdeniz (Ed.), *Instructional process and concepts in theory and practice: Improving the teaching process* (pp. 57-105). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-2519-8_2
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. doi:10.1016/j.edurev.2016.11.002
- Alakärppä, I., Jaakkola, E., Väyrynen, J., & Häkkinen, J. (2017). Using nature elements in mobile AR for education with children. In *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '17)*. New York, NY: ACM. doi:10.1145/3098279.3098547
- Alkhattabi, M. (2017). Augmented reality as e-learning tool in primary schools' education: Barriers to teachers' adoption. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 12(2), 91-99. doi:10.3991/ijet.v12i02.6158
- Allen, M., Regenbrecht, H., & Abbott, M. (2011). Smart-phone augmented reality for public participation in urban planning. In D. Stevenson (Ed.), *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference* (pp. 11-20). New York, NY: ACM. doi:10.1145/2071536.2071538
- Alsina-Jurnet, I., Carvallo-Beciu, C., & Gutiérrez-Maldonado, J. (2007). Validity of virtual reality as a method of exposure in the treatment of test anxiety. *Behavior Research Methods*, 39(4), 844-851. doi:10.3758/BF03192977
- Altinpulluk, H., & Kesim, M. (2016). The classification of augmented reality books: A literature review. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *Proceedings of INTED2016 - 10th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 4110-4118). Valencia, Spain: IATED Academy. doi:10.21125/inted.2016
- Andevski, M., Vidaković, M. i Arsenijević, O. (2014). Internet u nastavi i učenju. U *Zbornik radova Međunarodne naučne konferencije Sinteza 2014 - Uticaj interneta na poslovanje u Srbiji i svetu* (368-374). Beograd, Republika Srbija: Univerzitet Singidunum. doi:10.15308/SINTEZA-2014-368-374

- Anderson, L. W. (Ed.), Krathwohl, D. R. (Ed.), Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.
- Andújar, J. M., Mejías, A., & Márquez, M. A. (2011). Augmented reality for the improvement of remote laboratories: An augmented remote laboratory. *IEEE Transactions on Education*, 54(3), 492-500. doi:10.1109/TE.2010.2085047
- Анджелковић, С., & Павловић, Д. (2015). New media in teaching of geography: Literature review [Нови медији у настави географије: Преглед литературе]. *Гласник Српског географског друштва [Bulletin of the Serbian Geographical Society]*, 95(4), 173-195. doi:10.2298/GSGD1504173A
- Анђелковић, Б. З. (2016). Компетенције наставника за примену савремених медија у школи. *Годишњак Српске академије образовања*, 12, 317-330.
- Anshari, M., Almunawar, M. N., Shahrill, M., Wicaksono, D. K., & Huda, M. (2017). Smartphones usage in the classrooms: Learning aid or interference?. *Education and Information Technologies*, 22(6), 3063-3079. doi:10.1007/s10639-017-9572-7
- Antonenko, P. D., Toy, S., & Niederhauser, D. S. (2012). Using cluster analysis for data mining in educational technology research. *Educational Technology Research and Development*, 60(3), 383-398. doi:10.1007/s11423-012-9235-8
- Anthes, C., García-Hernández, R. J., Wiedemann, M., & Kranzlmüller, D. (2016). State of the art of virtual reality technology. *Proceedings of the 2016 IEEE Aerospace Conference*, 1-19. doi:10.1109/AERO.2016.7500674
- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., & Gialouri, E. (2009). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243-250. doi:10.1007/s00779-007-0187-7
- Arnold, P. L. (2015). *Rural high school faculty perspectives on bring your own device implementation: A phenomenological study*. Doctoral dissertation. Liberty University, Lynchburg, Virginia. Retrieved from <http://digitalcommons.liberty.edu/doctoral/1029>
- Asgary, A. (2017). Holodisaster: Leveraging Microsoft HoloLens in disaster and emergency management. *IAEM Bulletin*, 2017(January), 20-21.
- Asgary, A., Bonadonna, C., & Frischknecht, C. (2019). Simulation and visualization of volcanic phenomena using Microsoft HoloLens: Case of Vulcano island (Italy). *IEEE Transactions on Engineering Management*. doi:10.1109/TEM.2019.2932291
- Atasoy, B., Tosik-Gün, E., & Kocaman-Karoğlu, A. (2017). Elementary school students' attitudes and motivations towards augmented reality practices. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(2), 435-448.
- Ahn, J.-W., Tejwani, R., Sundararajan, S., Sipolins, A., O'Hara, S., Paul, A., ... Huang, Y. (2018). Intelligent virtual reality tutoring system supporting open educational resource access. In R. Nkambou, R. Azevedo, & J. Vassileva (Eds.), *Proceedings of the ITS 2018 - International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 10858, pp. 280-286). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-91464-0_28
- Ackerman, A. S., & Krupp, M. L. (2012). Five components to consider for BYOT/BYOD. In D. G. Sampson, J. M. Spector, D. Ifenthaler, & P. Isaías (Eds.), *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age – CELDA 2012* (pp. 35-41). Madrid, Spain: IADIS Press. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED542652.pdf>
- Базић, Ј. Р. (2017). Трендови промена у друштву и образовању које генерише четврта индустријска револуција. *Социолошки преглед*, 51(4), 526-546. doi:10.5937/socpreg51-15420

- Bailenson, J. (2018). *Experience of demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. New York, NY: W. W. Norton & Company.
- Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102-141. doi:10.1080/10508400701793141
- Baillard, C., Guillotel, P., Lécuyer, A., Lotte, F., Mollet, N., Normand, J.-M., & Seydoux, G. (2018). Scientific and technical prospects. In B. Arnaldi, P. Guitton, & G. Moreau (Eds.), *Virtual reality and augmented reality: Myths and realities* (pp. 247-288). London, UK: ISTE, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Baker, S. C., Wentz, R. K., & Woods, M. M. (2009). Using virtual worlds in education: Second Life® as an educational tool. *Teaching of Psychology*, 36(1), 59-64. doi:10.1080/00986280802529079
- Bakovljević, M. (1998). *Didaktika*. Beograd, Jugoslavija: Naučna knjiga.
- Bälter, O. (2017). Moving technology-enhanced-learning forward: Bridging divides through leadership. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(3). doi:10.19173/irrodl.v18i3.3250
- Банђур, В. и Поткоњак, Н. (1999). *Методологија педагогије*. Београд, Југославија: Савез педагошких друштава Југославије.
- Barkley, J. E., Lepp, A., & Glickman, E. L. (2017). "Pokémon Go!" may promote walking, discourage sedentary behavior in college students. *Games for Health Journal*, 6(3), 165-170. doi:10.1089/g4h.2017.0009
- Batty, M., Lin, H., & Chen, M. (2017). Virtual realities, analogies and technologies in geography. In B. Warf (Ed.), *Handbook on geographies of technology* (pp. 96-110). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited. doi:10.4337/9781785361166.00013
- Baum, L. F. (1901). *The master key: An electrical fairy tale, founded upon the mysteries of electricity and the optimism of its devotees*. Indianapolis, IN: Bowen-Merrill Co. Available at: <http://pinkmonkey.com/dl/library1/digi510.pdf>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Baxter, G., & Hainey, T. (2019). Student perceptions of virtual reality use in higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education*. doi:10.1108/JARHE-06-2018-0106
- Bernik, A. i Cetina, L. (2018). Usporedba 3D skeniranja i fotogrametrije. *Polytechnic & Design*, 6(1), 29-46. doi:10.19279/TVZ.PD.2018-6-1-04
- Billant, J., Bozzinio, J., Leclerc, F., Escartin, J., Gracias, N., Istenic, K., ... Garcia, R. (2019). Performing submarine field survey without scuba gear using GIS-like mapping in a virtual reality environment. *Proceedings of the OCEANS '19 MTS/IEEE Marseille Conference*. doi:10.1109/OCEANSE.2019.8867408
- Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New Horizons for Learning*, 12. Retrieved from http://www.it.civil.aau.dk/it/education/reports/ar_edu.pdf
- Billinghurst, M., & Dünser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 42-49. doi:10.1109/MC.2012.111
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupirev, I. (2001). The MagicBook: A transitional AR interface. *Computers & Graphics*, 25(5), 745-753. doi:10.1016/S0097-8493(01)00117-0
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. doi:10.1561/11000000049
- Blascovich, J., & Bailenson, J. (2005). Immersive virtual environment and education simulations. In S. Cohen, K. E. Portney, D. Rehberger, & C. Thorsen (Eds.), *Virtual decisions: Digital simulations for teaching reasoning in the social sciences and humanities* (pp. 229-253). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Blascovich, J., & Bailenson, J. (2012). *Infinite reality: The hidden blueprint of our virtual lives*. New York, NY: William Morrow.
- Botella, C., Fernández-Álvarez, J., Guillén, V., García-Palacios, A., & Baños, R. (2017). Recent progress in virtual reality exposure therapy for phobias: A systematic review. *Current Psychiatry Reports*, 19:42. doi:10.1007/s11920-017-0788-4
- Boud, A. C., Haniff, D. J., Baber, C., & Steiner, S. J. (1999). Virtual reality and augmented reality as a training tool for assembly tasks. In E. Banissi, F. Khosrowshahi, M. Sarfraz, E. Tatham, & A. Ursyn (Eds.), *Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Information Visualization: An International Conference on Computer Visualization & Graphics* (pp. 32-36). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/IV.1999.781532
- Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2014). *Blended synchronous learning: A handbook for educators*. Sydney, Australia: Australian Government (Office for Learning and Teaching). Retrieved from: http://blendsync.pbworks.com/f/ID11_1931_Bower_Report_handbook_2014.pdf
- Bower, M., & Sturman, D. (2015). What are the educational affordances of wearable technologies?. *Computers & Education*, 88, 343-353. doi:10.1016/j.compedu.2015.07.013
- Bower, M., Hedberg, J. G., & Kuswara, A. (2010). A framework for Web 2.0 learning design. *Educational Media International*, 47(3), 177-198. doi:10.1080/09523987.2010.518811
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. doi:10.1080/09523987.2014.889400
- Bradley, R., & Newbutt, N. (2018). Autism and virtual reality head-mounted displays: A state of the art systematic review. *Journal of Enabling Technologies*, 12(3), 101-113. doi:10.1108/JET-01-2018-0004
- Brown, A., & Green, T. (2016). Virtual reality: Low-cost tools and resources for the classroom. *TechTrends*, 60(5), 517-519. doi:10.1007/s11528-016-0102-z
- Buzio, A., Chiesa, M., & Toppan, R. (2017). Virtual reality for special educational needs. In *Proceedings of the 2017 ACM Workshop on Intelligent Interfaces for Ubiquitous and Smart Learning* (pp. 7-10). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3038535.3038541
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., Macintyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.017
- Burdea, G. C. (1999, June). Haptic feedback for virtual reality. In *Proceedings of International Workshop on Virtual Reality and Prototyping* (pp. 87-96). Laval, France: Town Council of Laval.
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2nd edition). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Burns, M. (2016). *Deeper learning with QR codes and augmented reality: A scannable solution for your classroom*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Bursztyn, N., Shelton, B., Walker, A., & Pederson, J. (2017). Increasing undergraduate interest to learn geoscience with GPS-based augmented reality field trips on students' own smartphones. *GSA Today*, 27(6), 4-10. doi:10.1130/GSATG304A.1
- Bursztyn, N., Walker, A., Shelton, B., & Pederson, J. (2017). Assessment of student learning using augmented reality Grand Canyon field trips for mobile smart devices. *Geosphere*, 13(2), 260-268. doi:10.1130/GES01404.1
- Buchanan, R., Southgate, E., & Smith, S. P. (2019). 'The whole world's watching really': Parental and educator perspectives on managing children's digital lives. *Global Studies of Childhood*, 9(2), 167-180. doi:10.1177/2043610619846351
- Valmaggia, L. R., Latif, L., Kempton, M. J., & Rus-Calafell, M. (2016). Virtual reality in the psychological treatment for mental health problems: An systematic review of recent evidence. *Psychiatry Research*, 236, 189-195. doi:10.1016/j.psychres.2016.01.015

- van Rees, E. (2017, October 10). AR, VR and GIS have finally found each other [blog post]. Retrieved from <https://www.spar3d.com/blogs/all-over-the-map/ar-vr-gis-finally-found/>
- Vate-U-Lan, P. (2012). An augmented reality 3D pop-up book: The development of a multimedia project for English language teaching. *Proceedings of the 2012 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), Melbourne, Australia*, 890-895. doi:10.1109/ICME.2012.79
- Vaughan, K. L., Vaughan, R. E., & Seeley, J. M. (2017). Experiential learning in soil science: Use of an augmented reality sandbox. *Natural Sciences Education*, 46(1):160031. doi:10.4195/nse2016.11.0031
- Vega, J., Rose, S., Eckhardt, C., Tahai, L., Humer, I., & Pietroszek, K. (2017). VR wildfire prevention: Teaching campfire safety in a gamified immersive environment. In S. N. Spencer (Ed.), *Proceedings of VRST '17 – the 23rd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology*. New York, NY: ACM. doi:10.1145/3139131.3141218
- Velev, D., & Zlateva, P. (2017). Virtual reality challenges in education and training. *International Journal of Learning and Teaching*, 3(1), 33-37. doi:10.18178/ijlt.3.1.33-37
- Вемић, М. (2009). Географске карте и виртуелни геоприкази у савременој настави. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 41(1), 211-224. doi:10.2298/ZIPI0901211V
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. doi:10.2307/30036540
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157-178.
- Villena Taranilla, R., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & López Cirugeda, I. (2019). Strolling through a city of the Roman Empire: An analysis of the potential of virtual reality to teach history in primary education. *Interactive Learning Environments*. doi:10.1080/10494820.2019.1674886
- Вилотијевић, М. и Вилотијевић, Н. (2008). *Иновације у настави*. Врање, Република Србија: Учитељски факултет.
- Vishwanath, A., Kam, M., & Kumar, N. (2017). Examining low-cost virtual reality for learning in low-resource environments. In O. Mival, M. Smyth, & P. Dalsgaard (Eds.), *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Designing Interactive Systems – DIS '17* (pp. 1277-1281). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3064663.3064696
- Vullamparthi, A. J., Nelaturu, S. C. B., Mallaya, D. D., & Chandrasekhar, S. (2013). Assistive learning for children with autism using augmented reality. In Kinshuk & S. Iyer (Eds.), *Proceedings - 2013 IEEE Fifth International Conference on Technology for Education (T4E 2013)* (pp. 43-46). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/T4E.2013.18
- Gandolfi, E. (2018). Virtual reality and augmented reality. In K. Kennedy & R. E. Ferdig (Eds.), *Handbook of research on K-12 online and blending learning* (2nd edition) (pp. 545-561). Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University - ETC Press.
- Gandolfi, E., Ferdig, R. E., & Immel, Z. (2018). Educational opportunities for augmented reality. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Eds.), *Second handbook of information technology in primary and secondary education* (pp. 1-13). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-53803-7_112-1
- Garzón, J., & Acevedo J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244-260. doi:10.1016/j.edurev.2019.04.001
- Gatalo, R., Navalusić, S., Zeljković, M., Milojević, Z., Megada, I. i Košarac, A. (2006). Virtualna realnost - Novi prilaz u projektovanju i proizvodnji. U *Zbornik radova naučno-stručnog Simpozijuma Infoteh®-Jahorina* (Vol. 5, 184-188). Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet. Dostupno na: <http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2006/>

- Gelenbe, E., Hussain, K., & Kaptan, V. (2005). Simulating autonomous agents in augmented reality. *Journal of Systems and Software*, 74(3), 255-268. doi:10.1016/j.jss.2004.01.016
- Geng, J., Chai, C.-S., Jong, M. S.-Y., & Luk, E. T.-H. (2019). Understanding the pedagogical potential of interactive spherical video-based virtual reality from the teachers' perspective through the ACE framework. *Interactive Learning Environments*. doi:10.1080/10494820.2019.1593200
- Gojkov, G. (2002). Konstruktivizam kao epistemološko-metodološka osnova postmoderne didaktike. *Pedagogija*, 40(4), 27-50.
- Golubović - Bugarški, V. (2014). *Mehanika 2* (Skripta – izvodi predavanja). Banja Luka, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet. Dostupno na: http://mf.unibl.org/upload/documents/Dokumenti/Predmeti/Mehanika%202/Skripta_Mehanika%202.pdf
- Gopalan, V., Zulkifli, A. N., & Abu Bakar, J. A. (2016). Conventional approach vs augmented reality textbook on learning performance: A study in science learning among secondary school students. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 31(5), 19-26. doi:10.21311/002.31.5.03
- Goff, E. E., Mulvey, K. L., Irvin, M. J., & Hartstone-Rose, A. (2018). Applications of augmented reality in informal science learning sites: A review. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 433-447. doi:10.1007/s10956-018-9734-4
- Graziano, K. J. (2017). Immersive technology: Motivational reactions from preservice teachers. *Internet Learning*, 6(1), 33-58. doi:10.18278/il.6.1.4
- Graziano, K. J., & Daley, S. (2017). Preservice teachers' motivational reactions to online instructional materials on immersive technology. In P. Resta & S. Smith (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 757-765). Austin, TX: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Grasset, R., Dünser, A., & Billinghamurst, M. (2008). The design of a mixed-reality book: Is it still a real book?. In M. A. Livingston, O. Bimber, & H. Saito (Eds.), *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 99-102). Washington, DC: IEEE Computer Society. doi:10.1109/ISMAR.2008.4637333
- Grau, O. (1999). Into the belly of the image: Historical aspects of virtual reality. *Leonardo*, 32(5), 365-371. doi:10.1162/002409499553587
- Grace, T. (2016). *Digital game-based learning: Effects on students' perceptions and achievements in a business process management course*. Doctoral dissertation. Wits University, School of Economic and Business Sciences. Retrieved from <http://wiredspace.wits.ac.za/handle/10539/22119>
- Gros, B. (2016). The design of smart educational environments. *Smart Learning Environments*, 3(1):15. doi:10.1186/s40561-016-0039-x
- Гуга, Ј. (2015). Ка проширеној реалности: Дијалектика физичког и виртуелног простора. *Социолошки преглед*, 49(3), 265-277. doi:10.5937/socpreg1503265G
- Guest, W., Wild, F., Vovk, A., Lefrere, P., Klemke, R., Fominykh, M., & Kuula, T. (2018). A Technology Acceptance Model for augmented reality and wearable technologies. *Journal of Universal Computer Science*, 24(2), 192-219. doi:10.3217/jucs-024-02-0192
- Gutiérrez-Maldonado, J., Magallón-Neri, E., Rus-Calafell, M., & Peñaloza-Salazar, C. (2009). Virtual reality exposure therapy for school phobia. *Anuario de Psicología*, 40(2), 223-236.
- da Silva, M. M. O., Teixeira, J. M. X. N., Cavalcante, P. S., & Teichrieb, V. (2019). Perspectives on how to evaluate augmented reality technology tools for education: A systematic review. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 25:3. doi:10.1186/s13173-019-0084-8
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. doi:10.2307/249008

- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003. doi:10.1287/mnsc.35.8.982
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x
- Daniela, L. (2019). Smart pedagogy for technology-enhanced learning. In L. Daniela (Ed.), *Didactics of smart pedagogy: Smart pedagogy for technology enhanced learning* (pp. 3-21). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-01551-0_1
- Daniela, L., & Lytras, M. D. (2018). SMART pedagogy: (Re) defining pedagogy. In L. Daniela & M. Lytras (Eds.), *Learning strategies and constructionism in modern education settings* (pp. 1-15). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-5225-5430-1.ch001
- Daniela, L., & Lytras, M. D. (2019). Editorial: Themed issue on enhanced educational experience in virtual and augmented reality. *Virtual Reality*, 23(4), 325-327. doi:10.1007/s10055-019-00383-z
- Даниловић, М. (2004). Признавање и развој „образовне технологије“ као научне области и наставног предмета. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 36, 106-114.
- Danilović, M. (2010). Tehnika, obrazovna tehnologija i informatika u funkciji povećanja efikasnosti obrazovnog procesa i procesa učenja. U D. Golubović (Urednik), *Zbornik radova naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem: Tehnika i informatika u obrazovanju – TIO 2010* (426-436). Čačak, Republika Srbija: Tehnički fakultet Čačak.
- de A. Pereira, G. H., Bravo, J. V. M., & Centeno, J. A. S. (2018). A user study of a prototype of a spatial augmented reality system for education and interaction with geographic data. *Big Data and Cognitive Computing*, 2(3):20. doi:10.3390/bdcc2030020
- De Simone, G., Di Tore, S., Maffei, S., Sibilio, M., & Todino, M. D. (2017). Use of head-mounted display technology to support teaching through virtual learning environments in non-formal contexts. *Italian Journal of Educational Research, Special Number*, 165-176.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69. doi:10.1126/science.1167311
- Delello, J. A., McWhorter, R. R., & Camp, K. M. (2015). Integrating augmented reality in higher education: A multidisciplinary study of student perceptions. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 24(3), 209-233. Available at <https://www.learntechlib.org/primary/p/148455/>
- Delić, A., Domančić, M., Vujević, P., Drljević, N., & Botički, I. (2014). AuGeo: A geolocation-based augmented reality application for vocational geodesy education. In D. Tralić, M. Muštra, & B. Zovko-Cihlar (Eds.), *Proceedings of 56th International Symposium ELMAR-2014* (pp. 289-292). Zadar, Croatia: Croatian Society Electronics in Marine – ELMAR. doi:10.1109/ELMAR.2014.6923372
- Dengel, A., & Mägdefrau J. (2019). Presence is the key to understanding immersive learning. In D. Beck, A. Peña-Rios, T. Ogle, D. Economou, M. Mentzelopoulos, L. Morgado, C. Eckhardt, J. Pirker, R. Koitz-Hristov, J. Richter, C. Gütl, & M. Gardner (Eds), *Proceedings of the 5th International Conference on Immersive Learning Research Network - iLRN 2019* (pp. 185-198). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-23089-0_14
- Defanti, A. (2016). Using augmented and virtual reality to bring your geography classes to life. *Interaction*, 44(3), 43-46.
- Detyna, M., & Kadir, M. (2019). Virtual reality in the HE classroom: Feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *Journal of Geography in Higher Education*. doi:10.1080/03098265.2019.1700486
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., van den Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of augmented reality in educational environments - a systematic literature review. *Proceedings of the 12th International Conference on Wirtschaftsinformatik - WI 2015*,

- 1542-1556. Retrieved from <http://www.wi2015.uni-osnabrueck.de/Files//WI2015-D-14-00036.pdf>
- Dieker, L. A., Hynes, M. C., Hughes, C. E., Hardin, S., & Becht, K. (2015). TLE TeachLivE™: Using technology to provide quality professional development in rural schools. *Rural Special Education Quarterly*, 34(3), 11-16. doi:10.1177/875687051503400303
- Domingo, J. R., & Gates Bradley, E. (2018). Education student perceptions of virtual reality as a learning tool. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(3), 329-342. doi:10.1177/0047239517736873
- Donally, J. (2018). *Learning transported: Augmented, virtual and mixed reality for all classrooms*. Portland, OR: International Society for Technology in Education.
- Драшковић, Б. (2013). Примјена бесплатних ГИС апликација у настави географије. *Нова школа*, 8(1), 196-209. doi:10.7251/NSK1301189D
- Dreimane, S. (2019). Gamification for education: Review of current publications. In L. Daniela (Ed.), *Didactics of smart pedagogy: Smart pedagogy for technology enhanced learning* (pp. 453-464). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-01551-0_23
- Duk, S. i Šehić, D. (2017). Izrada VR igre pomoću A-frame radnog okvira. *Polytechnic & Design*, 5(2), 156-163. doi:10.19279/TVZ.PD.2017-5-2-10
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. Spector, M. Merrill, J. Elen, & M. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735-745). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. doi:10.1007/s10956-008-9119-1
- Dünser, A., Walker, L., Horner, H., & Bentall, D. (2012). Creating interactive physics education books with augmented reality. In V. Farrell, G. Farrell, C. Chua, W. Huang, R. Vasa, & C. Woodward (Eds.), *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference* (pp. 107-114). New York, NY: ACM. doi:10.1145/2414536.2414554
- Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Chen, H., & Williams, M. D. (2011). A meta-analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). In M. Nüttgens, A. Gadatsch, K. Kautz, I. Schirmer, & N. Blinn (Eds.), *Proceedings of the IFIP International Working Conference on Governance and Sustainability in Information Systems - Managing the Transfer and Diffusion of IT* (pp. 155-170). Berlin, Germany: Springer. doi:10.1007/978-3-642-24148-2_10
- Ђере, К. (1982). *Методика наставе географије*. Нови Сад, Југославија: Природно-математички факултет, Институт за географију.
- Ђорђић, Д. и Дамјановић, Р. (2016). Школска клима, њен значај за понашање ученика и могућности мерења. *Теме*, 40(1), 301-317.
- Edwards, B. I., & Cheok, A. D. (2018). Smart pedagogy of learning technologies: Implementing TRACK in design and selection of technologies for the future classroom. In B. I. Edwards, N. O. Ali, O. A. Oladokun, O. Elijah, M. A. Babikkoi, B. A. Ndalai, A. Adekiigbe, A. D. Isah, & H. T. Gabdo (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Global and Emerging Trends (ICGET) - Global Trends: Visions, Opportunities and Challenges for a Sustainable Future* (pp. 13-17). Johor Bahru, Malaysia: Global Trends Academy and Universiti Teknologi Malaysia.
- El-Ganainy, T., & Hefeeda, M. (2016). Streaming virtual reality content. *arXiv:1612.08350*. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1612.08350.pdf>
- Ewalt, D. M. (2018). *Defying reality: The inside story of the virtual reality revolution*. New York, NY: Blue Rider Press.

- Живковић, Љ. и Јовановић, С. (2006). Реализација облика и метода рада употребом компјутера у настави географије. *Зборник радова - Географски факултет Универзитета у Београду*, 54, 249-260.
- Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања (2013). *Опити стандарди постигнућа за крај општег средњег образовања и васпитања и средњег стручног образовања и васпитања у делу општеобразовних предмета: Стандарди опитних међупредметних компетенција за крај средњег образовања*. Београд, Република Србија: Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања. Доступно на: http://www.ceo.edu.rs/images/stories/obrazovni_standardi/Opsti_standardi_postignuca/MEDJUPREDMETNE%20KOMPETENCIJE.pdf
- Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања (2015). *Опити стандарди постигнућа за крај општег средњег и средњег стручног образовања и васпитања у делу општеобразовних предмета за предмет Географија: Приручник за наставнике*. Београд, Република Србија: Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања. Доступно на: https://ceo.edu.rs/wp-content/uploads/opsti_standardi/Geografija.pdf
- Завод за унапређење образовања и васпитања (2012). *Каталог програма сталног стручног усавршавања наставника, васпитача и стручних сарадника за школску 2012/2013. и 2013/2014*. Београд, Република Србија: Завод за унапређење образовања и васпитања - Центар за професионални развој запослених у образовању. Доступно на: <http://zuov.gov.rs/wp-content/uploads/2017/11/katalogusavrsavanja20122014.pdf>
- Завод за унапређење образовања и васпитања (2014). *Каталог програма сталног стручног усавршавања наставника, васпитача и стручног сарадника за школску 2014/2015. и 2015/2016*. Београд, Република Србија: Завод за унапређење образовања и васпитања - Центар за професионални развој запослених у образовању. Доступно на: <http://zuov.gov.rs/wp-content/uploads/2017/11/katalogusavrsavanja20142016.pdf>
- Завод за унапређење образовања и васпитања (2016). *Каталог програма сталног стручног усавршавања наставника, васпитача и стручних сарадника за школску 2016/2017. и 2017/2018*. Београд, Република Србија: Завод за унапређивање образовања и васпитања - Центар за професионални развој запослених у образовању. Доступно на: <http://katalog2016.zuov.rs>
- Завод за унапређење образовања и васпитања (2018). *Каталог програма стручног усавршавања за школску 2018/2019, 2019/2020. и 2020/2021. годину*. Београд, Република Србија: Завод за унапређење образовања и васпитања. Доступно на: <http://zuov-katalog.rs/index.php?action=page/catalog>
- Zainuddin, N. M. M., Zaman, H. B., & Ahmad, A. (2010). Developing augmented reality book for deaf in science: The determining factors. In A. K. Mahmood, H. B. Zaman, P. Robinson, S. Elliot, P. Haddawy, S. Olariu, & Z. Awang (Eds.), *Proceedings of the 2010 International Symposium on Information Technology* (Vol. 1, pp. 1-4). Piscataway, NJ: IEEE. doi:10.1109/ITSIM.2010.5561325
- Закон о основама система образовања и васпитања. „Службени гласник РС“, број 88/2017, 27/2018 и 10/2019.
- Закон о основном образовању и васпитању. „Службени гласник РС“, број 55/2013, 101/2017, 10/2019 и 27/2018.
- Zhao, Y., Pugh, K., Sheldon, S., & Byers, J. L. (2002). Conditions for classroom technology innovations. *Teachers College Record*, 104(3), 482-515.
- Zhu, Z.-T., Yu, M.-H., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(1):4. doi:10.1186/s40561-016-0026-2
- Ibáñez, M.-B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. doi:10.1016/j.compedu.2018.05.002
- Ibáñez, M.-B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado-Kloos, C. (2016). The acceptance of learning augmented reality environments: A case study. In J. M. Spector, C.-C. Tsai, D. G. Sampson, Kinshuk, R. Huang, N.-S. Chen, & P. Resta (Eds.), *Proceedings of the IEEE*

- 16th International Conference on Advanced Learning Technologies - ICALT 2016 (pp. 307-311). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/ICALT.2016.124
- Ibáñez, M.-B., Di-Serio, Á., Villarán-Molina, D., & Delgado-Kloos, C. (2015). Augmented reality-based simulators as discovery learning tools: An empirical study. *IEEE Transactions on Education*, 58(3), 208-213. doi:10.1109/TE.2014.2379712
- Ivanova, G., Aliev, Y., & Ivanov, A. (2014). Augmented reality textbook for future blended education. *Proceedings of the International Conference on E-Learning'14, Tenerife, Spain*, 130-136. Retrieved from <http://www.elearning-conf.eu/docs/cp14/paper-18.pdf>
- Ивков, А. Ч. (2002). *Настава географије у основним и средњим школама: Приручник за студенте и наставнике*. Нови Сад, Југославија: Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Ивков-Цигурски, А., Ивановић, Љ. и Пашић, М. (2009). Могућности примене рачунара у модерној настави географије. *Гласник Српског географског друштва*, 89(1), 139-151. doi:10.2298/GSGD0901139I
- Илић, Т. (2014). *Самовредновање као инструмент стручног усавршавања наставника географије у Србији*. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.
- Inman, C., Wright, V. H., & Hartman, J. A. (2011). Use of Second Life in K-12 and higher education: A review of research. *The Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE)*, 12(3/2), 67-85.
- Ip, H. H., Li, C., Leoni, S., Chen, Y., Ma, K.-F., Wong, C. H.-T., & Li, Q. (2019). Design and evaluate immersive learning experience for massive open online courses (MOOCs). *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(4), 503-515. doi:10.1109/TLT.2018.2878700
- Ip, H. H. S., Li, C., & Wong, Y. M. (2019). A preliminary study on using virtual reality technologies for cultural sensitivity education. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *Proceedings of the 13th International Technology, Education and Development Conference - INTED2019* (pp. 8189-8193). Valencia, Spain: IATED Academy. doi:10.21125/inted.2019.2022
- Iqbal, J., & Sidhu, M. S. (2017). A review on making things see: Augmented reality for futuristic virtual educator. *Cogent Education*, 4(1). doi:10.1080/2331186X.2017.1287392
- Jang, H. J., Lee, J. Y., Kwak, J., Lee, D., Park, J.-H., Lee, B., & Noh, Y. Y. (2019). Progress of display performances: AR, VR, QLED, OLED, and TFT. *Journal of Information Display*, 20(1), 1-8. doi:10.1080/15980316.2019.1572662
- Janssen, K. C., & Phillipson, S. (2015). Are we ready for BYOD? An analysis of the implementation and communication of BYOD programs in Victorian schools. *Australian Educational Computing*, 30(2). Retrieved from <http://journal.acce.edu.au/index.php/AEC/article/view/54>
- Jackson, D., Kaveh, H., Victoria, J., Walker, A., & Bursztyn, N. (2019). Integrating an augmented reality sandbox challenge activity into a large-enrollment introductory geoscience lab for nonmajors produces no learning gains. *Journal of Geoscience Education*, 67(3), 237-248. doi:10.1080/10899995.2019.1583786
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. doi:10.1007/s10639-017-9676-0
- Jerković, I., Gavrilov-Jerković, V., Mihić, I., Mihić, V., Petrović, J. i Zotović, M. (2011). Dometi reforme obrazovanja u Srbiji. U V. Katić (Urednik), *Zbornik radova XVII skupa Trendovi Razvoja (TREND 2011) - Evropa 2020: Društvo zasnovano na znanju*. Novi Sad, Republika Srbija: Fakultet tehničkih nauka. Dostupno na: http://www.trend.uns.ac.rs/stskup/trend_2011/radovi/A2-2/A2.2-5.pdf

- Jeffs, T. L. (2009). Virtual reality and special needs. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2), 253-268.
- Jobe, W., Östlund, C., & Svensson, L. (2014). MOOCs for professional teacher development. In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Proceedings of SITE 2014 - Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1580-1586). Jacksonville, FL: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Jovanović, A. i Milosavljević, A. (2017). Pregled uređaja i okruženja za razvoj aplikacija virtuelne stvarnosti. U P. Petković, A. Smiljanić i M. Rapačić (Urednici), *Zbornik radova - 61. Konferencija za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku* (RT3.6.1-6). Beograd, Republika Srbija: Društvo za ETRAN i Akademska misao.
- Jovanović, V., Đurđev, B., Srdić, Z. i Stankov, U. (2012). *Geografski informacioni sistemi*. Beograd, Republika Srbija: Univerzitet Singidunum, Novi Sad, Republika Srbija: Univerzitet u Novom Sadu.
- Јоргић, Д. (2013). Вриједности и противрјечја виртуелног образовања. У Д. Бранковић (Уредник), *Зборник радова научног скупа Вриједности и противрјечја друштвене стварности* (Књига 14, 149-163). Бања Лука, Босна и Херцеговина: Филозофски факултет. Доступно на: http://drazenkojorgic.com/wp-content/uploads/2014/12/Rad-iz-Zbornika_38.pdf
- Johnston, E., Olivas, G., Steele, P., Smith, C., & Bailey, L. (2018). Exploring pedagogical foundations of existing virtual reality educational applications: A content analysis study. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(4), 414-439. doi:10.1177/0047239517745560
- Johnston, E. A., Olivas, G. W., Steele, P., Smith, C., & Bailey, L. (2019). Virtual reality pedagogical considerations in learning environments. In M. Boboc & S. Koç (Eds.), *Student-centered virtual learning environments in higher education* (pp. 21-39). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-5225-5769-2.ch002
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Kamel Boulos, M. N., Lu, Z., Guerrero, P., Jennett, C., & Steed, A. (2017). From urban planning and emergency training to Pokémon Go: Applications of virtual reality GIS (VRGIS) and augmented reality GIS (ARGIS) in personal, public and environmental health. *International Journal of Health Geographics*, 16:7. doi:10.1186/s12942-017-0081-0
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345. doi:10.1016/S0097-8493(03)00028-1
- Keller, T., Glauser, P., Ebert, N., & Brucker-Kley, E. (2018). Virtual reality at secondary school: First results. In D. G. Sampson, D. Ifenthaler, & P. Isaias (Eds.), *Proceedings of the 15th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age (CELDA 2018)* (pp. 53-60). International Association for Development of the Information Society (IADIS).
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220. doi:10.1207/s15327108ijap0303_3
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174. doi:10.1007/s10055-006-0036-4
- Kerski, J. J. (2003). The implementation and effectiveness of geographic information systems technology and methods in secondary education. *Journal of Geography*, 102(3), 128-137. doi:10.1080/00221340308978534
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: Current technologies and the potential for education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 297-302. doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.654

- Key, R. (2016). *The Rockwell adventures – Solar system expedition: 2016-2017 academic year* (2nd edition). San Antonio, TX: StoneOak Media.
- Kim, B. (2015). The popularity of gamification in the mobile and social era. *Library Technology Reports*, 51(2), 5-9.
- Kinshuk, Chen, N. S., Cheng, I. L., & Chew, S. W. (2016). Evolution is not enough: Revolutionizing current learning environments to smart learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 561-581. doi:10.1007/s40593-016-0108-x
- 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. doi:10.1080/17439884.2013.770404
- Klippel, A., Zhao, J., Oprean, D., Wallgrün, J. O., & Chang, J. S.-K. (2019). Research framework for immersive virtual field trips. In R. Teather, Y. Itoh, J. Gabbard, F. Argelaguet, A.-H. Olivier, & D. Keefe (Eds.), *Proceedings of the 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces* (pp. 1612-1617). Piscataway, NJ: IEEE. doi:10.1109/VR.2019.8798153
- Klopfer, E. (2008). *Augmented learning: Research and design of mobile educational games*. Cambridge, MA: MIT- Press.
- Klopfer, E., & Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 128, 85-94. doi:10.1002/yd.378
- Knight, H. M., Gajendragadkar, P. R., & Bokhari, A. (2015). Wearable technology: Using Google Glass as a teaching tool. *BMJ Case Reports*, 2015. doi: 10.1136/bcr-2014-208768
- Kovács, P. T., Murray, N., Rozinaj, G., Sulema, Y., & Rybárová, R. (2015). Application of immersive technologies for education: State of the art. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL 2015)* (pp. 283-288). Piscataway, NJ: IEEE. doi:10.1109/IMCTL.2015.7359604
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE)*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Journal of Education*, 193(3), 13-19.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Komlenović, Đ. i Manić, E. (2008). Didaktička vrednost Geografskog informacionog sistema u nastavi geografije. *Pedagogija*, 63(4), 619-629.
- Körösi, G. i Esztelecki, P. (2015). Korišćenje mobilnog telefona u nastavi. *Istraživanja u pedagogiji*, 5(1), 94-104. doi:10.17810/2015.08
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2
- Krstić, A. (2017). Medijska upotreba augmentovane i virtuelne stvarnosti - problematizacija koncepta „imerzivnog” novinarstva. *CM: Communication and Media*, 12(41), 81-104. doi:10.5937/comman12-15747
- Kuznekoff, J. H., Munz, S., & Titsworth, S. (2015). Mobile phones in the classroom: Examining the effects of texting, Twitter, and message content on student learning. *Communication Education*, 64(3), 344-365. doi:10.1080/03634523.2015.1038727
- Kuntz, S., Kulpa, R., & Royan, J. (2018). The democratization of VR-AR. In B. Arnaldi, P. Guitton, & G. Moreau (Eds.), *Virtual reality and augmented reality: Myths and realities* (pp. 73-122). London, UK: ISTE, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Kuhn, J., Lukowicz, P., Hirth, M., Poxrucker, A., Weppner, J., & Younas, J. (2016). gPhysics— Using smart glasses for head-centered, context-aware learning in physics experiments.

- IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(4), 304-317. doi:10.1109/TLT.2016.2554115
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical Sciences Education*, 9(5), 411-421. doi:10.1002/ase.1603
- Küçük, S., Yılmaz, R. M., Baydaş, Ö., & Göktaş, Y. (2014). Augmented Reality Applications Attitude Scale in secondary schools: Validity and reliability study. *Eğitim ve Bilim [Education and Science]*, 39(176), 383-392. doi:10.15390/EB.2014.3590
- Kyza, E. A., & Georgiou, Y. (2019). Scaffolding augmented reality inquiry learning: The design and investigation of the TraceReaders location-based, augmented reality platform. *Interactive Learning Environments*, 27(2), 211-225. doi:10.1080/10494820.2018.1458039
- LaValle, S. M. (2017). *Virtual reality*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. Retrieved from <http://vr.cs.uiuc.edu/>
- Laine, T. H. (2018). Mobile educational augmented reality games: A systematic literature review and two case studies. *Computers*, 7(1):19. doi:10.3390/computers7010019
- Lane, H. C., & Yi, S. (2017). Playing with virtual blocks: Minecraft as a learning environment for practice and research. In F. C. Blumberg & P. J. Brooks (Eds.), *Cognitive development in digital contexts* (pp. 145-166). London, UK: Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-809481-5.00007-9
- Lanier, J. (2017). *Dawn of the new everything: Encounters with reality and virtual reality*. New York, NY: Henry Holt and Company.
- Lacko, J. (2019). Cultural heritage objects in education by virtual and augmented reality. In M. C. tom Dieck & T. Jung (Eds.), *Augmented reality and virtual reality: The power of AR and VR for business* (pp. 175-187). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-06246-0_13
- Law, C.-Y., & So, S. (2010). QR codes in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 3(1), 85-100. doi:10.18785/jetde.0301.07
- Lv, Z., Li, X., & Li, W. (2017). Virtual reality geographical interactive scene semantics research for immersive geography learning. *Neurocomputing*, 254, 71-78. doi:10.1016/j.neucom.2016.07.078
- Lv, Z., Yin, T., Zhang, X., Song, H., & Chen, G. (2016). Virtual reality smart city based on WebVRGIS. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(6), 1015-1024. doi:10.1109/JIOT.2016.2546307
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13-21. doi:10.1007/s11528-012-0559-3
- Leonard, S. N., & Fitzgerald, R. N. (2018). Holographic learning: A mixed reality trial of Microsoft HoloLens in an Australian secondary school. *Research in Learning Technology*, 26:2160. doi:10.25304/rlt.v26.2160
- Liarokapis, F., & Anderson, E. F. (2010). Using augmented reality as a medium to assist teaching in higher education. In L. Kjell Dahl & G. Baronoski (Eds.), *31st Annual Conference of the European Association for Computer Graphics - Eurographics 2010* (pp. 9-16). Norrköping, Sweden: The Eurographics Association. doi:10.2312/eged.20101010
- Livas, C., Katsanakis, I., & Vayia, E. (2019). Perceived impact of BYOD initiatives on post-secondary students' learning, behaviour and wellbeing: The perspective of educators in Greece. *Education and Information Technologies*, 24(1), 489-508. doi:10.1007/s10639-018-9791-6
- Lim, C., & Park, T. (2011). Exploring the educational use of an augmented reality books. In M. Simonson (Ed.), *34th annual Proceedings – Jacksonville (Volumes 1 & 2): The Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology* (pp. 172-182). North Miami Beach, FL: Nova Southeastern University.

- Lin, H.-H., Lin, S., Yeh, C.-H., & Wang, Y.-S. (2016). Measuring mobile learning readiness: Scale development and validation. *Internet Research*, 26(1), 265-287. doi:10.1108/IntR-10-2014-0241
- Lin, H.-C. K., Hsieh, M.-C., Wang, C.-H., Sie, Z.-Y., & Chang, S.-H. (2011). Establishment and usability evaluation of an interactive AR learning system on conservation of fish. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 181-187.
- Lin, C.-Y., & Chang, Y.-M. (2015). Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 37, 1-8. doi:10.1016/j.ridd.2014.10.016
- Lin, C.-Y., Chai, H.-C., Wang, J.-Y., Chen, C.-J., Liu, Y.-H., Chen, C.-W., ... Huang, Y.-M. (2016). Augmented reality in educational activities for children with disabilities. *Displays*, 42, 51-54. doi:10.1016/j.displa.2015.02.004
- List, J., & Bryant, B. (2014). Using Minecraft to encourage critical engagement of geography concepts. In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Proceedings of SITE 2014 - Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2384-2388). Jacksonville, FL: AACE.
- Liu, D., Bhagat, K. K., Gao, Y., Chang, T.-W., & Huang, R. (2017). The potentials and trends of virtual reality in education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Eds.), *Virtual, augmented, and mixed realities in education* (pp. 105-130). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-5490-7_7
- Loewenthal, K. M. (2001). *An introduction to psychological tests and scales* (2nd ed.). Hove, UK: Psychology Press.
- López, X., Valenzuela, J., Nussbaum, M., & Tsai, C.-C. (2015). Some recommendations for the reporting of quantitative studies. *Computers & Education*, 91, 106-110. doi:10.1016/j.compedu.2015.09.010
- Lukić, A., Ivanović Bibić, L., Đukićin Vučković, S., Milanković Jovanov, J., Ivkov-Džigurski, A., & Konečnik Kotnik, E. (2019). The role of homeroom - and geography teachers in the obligatory administration in elementary schools. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 69(1), 67-74. doi:10.2298/IJGI1901067L
- Luo, W., Pelletier, J., Duffin, K., Ormand, C., Hung, W. C., Shernoff, D. J., ... Furness, W. (2016). Advantages of computer simulation in enhancing students' learning about landform evolution: A case study using the Grand Canyon. *Journal of Geoscience Education*, 64(1), 60-73. doi:10.5408/15-080.1
- Lütjens, M., Kersten, T. P., Dorschel, B., & Tschirschwitz, F. (2019). Virtual reality in cartography: Immersive 3D visualization of the Arctic Clyde Inlet (Canada) using digital elevation models and bathymetric data. *Multimodal Technologies Interaction*, 3(1):9. doi:10.3390/mti3010009
- Madden, J. H., Won, A. S., Schuldt, J. P., Kim, B., Pandita, S., Sun, Y., ... Holmes, N. G. (2018, August). *Virtual reality as a teaching tool for Moon phases and beyond*. Paper presented at the Physics Education Research Conference 2018, Washington, DC. doi:10.1119/perc.2018.pr.Madden
- Madini, A. A., & Alshaikhi, D. (2017). Female ESP postgraduates' acceptance of virtual reality learning: Aye or nay. *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 9(6), 12-31.
- Mann, S., Havens, J. C., Iorio, J., Yuan, Y., & Furness, T. (2018). *All reality: Values, taxonomy, and continuum, for virtual, augmented, eXtended/MiXed (X), mediated (X, Y), and multimediated reality/intelligence*. Paper presented at the AWE 2018, Santa Clara, CA. Retrieved from <http://wecam.org/all.pdf>
- Maples-Keller, J. L., Bunnell, B. E., Kim, S.-J., & Rothbaum, B. O. (2017). The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders. *Harvard Review of Psychiatry*, 25(3), 103-113. doi:10.1097/HRP.0000000000000138

- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology*, 9:2364. doi:10.3389/fpsyg.2018.02364
- Marsh, T. (2011). Serious games continuum: Between games for purpose and experiential environments for purpose. *Entertainment Computing*, 2(2), 61-68. doi:10.1016/j.entcom.2010.12.004
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469-486. doi:10.12973/eurasia.2017.00626a
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91. doi:10.1016/j.cag.2009.11.003
- Martirosov, S., & Kopecek, P. (2017). Virtual reality and its influence on training and education - literature review. In B. Katalinic (Ed.), *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium* (pp. 708-717). Vienna, Austria: DAAAM International. doi:10.2507/28th.daaam.proceedings.100
- Matasić, I. i Dumić, S. (2012). Multimedijске tehnologije u obrazovanju. *Medijska istraživanja*, 18(1), 143-151.
- Mac Callum, K., Jeffrey, L., & Kinshuk (2014). Factors impacting teachers' adoption of mobile learning. *Journal of Information Technology Education: Research*, 13, 141-162. doi:10.28945/1970
- Macpherson, C., & Keppell, M. (1998). Virtual reality: What is the state of play in education?. *Australian Journal of Educational Technology*, 14(1), 60-74. doi:10.14742/ajet.1929
- Mayer, R. E. (2012). *Multimedia learning* (2nd edition). New York, NY: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511811678
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd edition) (pp. 43-71). New York, NY: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139547369.005
- Mennecke, B. E., McNeill, D., Ganis, M., Roche, E. M., Bray, D. A., Konsynski, B., ... Lester J. (2008). Second Life and other virtual worlds: A roadmap for research. *Communications of the Association for Information Systems*, 22, 371-388.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033
- Мијановић, Н. В. (2017). Образовно-технолошка компетентност наставника као фактор организовања савремене наставе и учење. *Иновације у настави*, 30(2), 15-28. doi:10.5937/inovacije1702015M
- Mikropoulos, T. A. (1996). Virtual geography. *VR in the Schools*, 2(2). Retrieved from <http://vr.coe.ecu.edu/vrits/2-2Mikro.htm>
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780. doi:10.1016/j.compedu.2010.10.020
- Милановић, А., Милошевић, М. В. и Миливојевић, М. (2008). *Збирка задатака са такмичења из географије за 7. и 8. разред основне школе*. Београд, Република Србија: Завод за уџбенике.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321-1329.
- Милошевић, Д. Б. (2016). *Мogućности примене програмиране наставе географије у складу са образовним стандардима у основној школи*. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.

- Milošević, I., Živković, D., Manasijević, D., & Nikolić, D. (2015). The effects of the intended behavior of students in the use of M-learning. *Computers in Human Behavior*, 51(Part A), 207-215. doi:10.1016/j.chb.2015.04.041
- Milutinović, J. (2008). Futurološka dimenzija ciljeva obrazovanja i učenja. *Pedagogija*, 63(1), 41-49.
- Милутиновић, Ј. (2011). Социјални конструктивизам у области образовања и учења. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 43(2), 177-194. doi:10.2298/ZIPI1102177M
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (2017). *Оквир дигиталних компетенција – Наставник за дигитално доба*. Београд, Република Србија: Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (у сарадњи са British Council-ом). Доступно на: <http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2017/04/Okvir-digitalnih-kompetencija-Final-2.pdf>
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (2019). *Оквир дигиталних компетенција – Наставник за дигитално доба 2019*. Београд, Република Србија: Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Завод за унапређивања образовања и васпитања и Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања. Доступно на: http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2019/08/2019_ODK_Nastavnik-za-digitalno-doba.pdf
- Minocha, S., Tudor, A.-D., & Tilling, S. (2017). Affordances of mobile virtual reality and their role in learning and teaching. In L. Hall, T. Flint, S. O'Hara, & P. Turner (Eds.), *Proceedings of the 31st International BCS Human Computer Interaction Conference (HCI 2017)*. Swindon, UK: BCS Learning and Development. doi:10.14236/ewic/HCI2017.44
- Misra, P. K. (2018). MOOCs for teacher professional development: Reflections and suggested actions. *Open Praxis*, 10(1), 67-77. doi:10.5944/openpraxis.10.1.780
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moersch, C. (1995). Levels of technology implementation (LoTi): A framework for measuring classroom technology use. *Learning and Leading with Technology*, 23(3), 40-42.
- Monahan, T., McArdle, G., & Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4), 1339-1353. doi:10.1016/j.compedu.2006.12.008
- Moro, C., Stromberga, Z., & Stirling, A. (2017). Virtualisation devices for student learning: Comparison between desktop-based (Oculus Rift) and mobile-based (Gear VR) virtual reality in medical and health science education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 1-10. doi:10.14742/ajet.3840
- Mørch, A. I., & Thomassen, I. (2016). From wooden blocks and Lego to Minecraft: Designing and playing with blocks to learn in a 3D virtual world. In B. R. Barricelli, G. Fischer, D. Fogli, A. Mørch, A. Piccinno, & S. Valtolina (Eds.), *Proceedings of the Fourth edition of the International Workshop on Cultures of Participation in the Digital Age - CoPDA 2016: From "Have to" to "Want to" Participate (part of the 9th NordiCHI)* (pp. 61-67). Gothenburg, Sweden: CEUR Workshop Proceedings. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1776/paper10.pdf>
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Doderio, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018). Augmented reality mobile app development for all. *Computers and Electrical Engineering*, 65, 250-260. doi:10.1016/j.compeleceng.2017.08.025
- Muhanna, M. A. (2015). Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 27(3), 344-361. doi:10.1016/j.jksuci.2014.03.023
- Mušanović, M. (2000). Konstruktivistička teorija i obrazovni proces. In M. Kramar & M. Duh (Eds.), *Zbornik prispevkov z mednarodnega znanstvenega posveta: Didaktični in metodični vidiki nadaljnje razvoja izobraževanja* (28-35). Maribor, Slovenia: Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta Mariboru.

- McLean, K. J. (2016). The implementation of bring your own device (BYOD) in primary [elementary] schools. *Frontiers in Psychology*, 7:1739. doi:10.3389/fpsyg.2016.01739
- McLellan, H. (2004). Virtual realities. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (2nd edition) (pp. 461-497). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- McMahon, D., Cihak, D. F., & Wright, R. (2015). Augmented reality as a navigation tool to employment opportunities for postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 157-172. doi:10.1080/15391523.2015.1047698
- McMahon, D. D., Cihak, D. F., Wright, R. E., & Bell, S. M. (2016). Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(1), 38-56. doi:10.1080/15391523.2015.1103149
- Национални просветни савет (2013). *Смернице за унапређивање улоге информационо-комуникационих технологија у образовању*. Београд, Република Србија: Национални просветни савет. Доступно на: http://www.nps.gov.rs/wp-content/uploads/2013/12/SMERNICE_final.pdf
- Nguyen, G. N. H., & Bower, M. (2018). Novice teacher technology-enhanced learning design practices: The case of the silent pedagogy. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1027-1043. doi:10.1111/bjet.12681
- Nebel, S., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016). Mining learning and crafting scientific experiments: A literature review on the use of Minecraft in education and research. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 355-366.
- Nelson, B. D., Aron, R. H., & Francek, M. A. (1992). Clarification of selected misconceptions in physical geography. *Journal of Geography*, 91(2), 76-80. doi:10.1080/00221349208979083
- Newbutt, N., Bradley, R., & Conley, I. (2020). Using virtual reality head-mounted displays in schools with autistic children: Views, experiences, and future directions. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(1), 23-33. doi:10.1089/cyber.2019.0206
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York, NY: Basic Books.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., & Camahort, E. (2008). Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education. In J. Lloret Mauri, A. Zaharim, A. Kolyshkin, M. Hatziprokopiou, A. Lazakidou, M. Kalogiannakis, K. Siassiakos, & N. Bardis (Eds.), *Proceedings of the 5th WSEAS/IASME International Conference on Engineering Education (EE' 08)* (pp. 271-277). Stevens Point, WI: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS).
- Nunes de Vasconcelos, G., Malard, M. L., van Stralen, M., Campomori, M., Canavezzi de Abreu, S., Lobosco, T., ... Duarte Costa Lima, L. (2019). Do we still need CAVES?. In J. P. Sousa, J. P. Xavier, & G. Castro Henriques (Eds.), *Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference - Architecture in the Age of the 4th Industrial Revolution* (Vol. 3, pp. 133-142). Porto, Portugal: University of Porto.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd edition). New York, NY: McGraw-Hill.
- O'Bannon, B. W., & Thomas, K. (2014). Teacher perceptions of using mobile phones in the classroom: Age matters!. *Computers & Education*, 74, 15-25. doi:10.1016/j.compedu.2014.01.006
- O'Bannon, B. W., & Thomas, K. M. (2015). Mobile phones in the classroom: Preservice teachers answer the call. *Computers & Education*, 85, 110-122. doi:10.1016/j.compedu.2015.02.010
- OECD (2019). Women teachers (indicator). doi:10.1787/ee964f55-en
- Ozturk, M., & Alkis, S. (2010). Misconceptions in geography. *Geographical Education*, 23, 54-63.

- Ozcinar, C., Cabrera, J., & Smolic, A. (2019). Visual attention-aware omnidirectional video streaming using optimal tiles for virtual reality. *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems*, 9(1), 217-230. doi:10.1109/JETCAS.2019.2895096
- Oiwake, K., Komiya, K., Akasaki, H., & Nakajima, T. (2018, October). *VR classroom: Enhancing learning experience with virtual class rooms*. Paper presented at the 2018 11th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU), Auckland, New Zealand. doi:10.23919/ICMU.2018.8653607
- Olmos, E., Cavalcanti, J. F., Soler, J.-L., Contero, M., & Alcañiz, M. (2018). Mobile virtual reality: A promising technology to change the way we learn and teach. In S. Yu, M. Ally, & A. Tsinakos (Eds.), *Mobile and ubiquitous learning* (pp. 95-106). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-6144-8_6
- Oprean, D., Wallgrün, J. O., Pinto Duarte, J. M., Verniz Pereira, D., Zhao J., & Klippel A. (2018). Developing and evaluating VR field trips. In P. Fogliaroni, A. Ballatore, & E. Clementini (Eds.), *Proceedings of Workshops and Posters at the 13th International Conference on Spatial Information Theory - COSIT 2017* (pp. 105-110). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-63946-8_22
- Orlosky, J., Kiyokawa, K., & Takemura, H. (2017). Virtual and augmented reality on the 5G highway. *Journal of Information Processing*, 25, 133-141. doi:10.2197/ipsjjip.25.133
- Pallant, J. (2017). *SPSS priručnik za preživljavanje: Postupni vodič kroz analizu podataka pomoću programa IBM SPSS* (prevod 6. izdanja). Beograd, Republika Srbija: Mikro knjiga.
- Pan, H., He, X., Zeng, H., Zhou, J., & Tang, S. (2018). Pilot study of piano learning with AR smart glasses considering both single and paired play. In J. Zhou & G. Salvendy (Eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population* (Part II, pp. 561-570). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-92037-5_39
- Pantelidis, V. S. (2009). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2), 59-70.
- Papadakis, S. (2018). The use of computer games in classroom environment. *International Journal of Teaching and Case Studies*, 9(1), 1-25. doi:10.1504/IJTCS.2018.090191
- Papaefthymiou, M., Plelis, K., Mavromatis, D., & Papagiannakis, G. (2015). *Mobile virtual reality featuring a six degrees of freedom interaction paradigm in a virtual museum application* (Technical Report No. FORTH-ICS/TR-462). Retrieved from Foundation for Research and Technology – Hellas (FORTH), Institute of Computer Science website: https://www.ics.forth.gr/tech-reports/2015/2015.TR462_Mobile_Virtual_Reality_Freedom_Interaction.pdf
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., Papanastasiou, E. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23(4), 425-436. doi:10.1007/s10055-018-0363-2
- Paredes-Velasteguí, D., Lluma-Noboa, A., Olmedo-Vizueta, D., Avila-Pesantez, D., & Hernandez-Ambato, J. (2018). Augmented reality implementation as reinforcement tool for public textbooks education in Ecuador. *Proceedings of 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1243-1250. doi:10.1109/EDUCON.2018.8363372
- Parezanović, T. (2017, 26. oktobra). Virtuelna avantura Azijom [blog post]. Dostupno na: <https://geografijazatebe.wordpress.com/2017/10/26/virtuelna-avantura-azijom/>
- Parisi, T. (2015). *Learning virtual reality: Developing immersive experiences and applications for desktop, web, and mobile*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Parsons, D., & Adhikari, J. (2016). Bring your own device to secondary school: The perceptions of teachers, students and parents. *The Electronic Journal of e-Learning*, 14(1), 66-80.
- Parsons, S., & Cobb, S. (2011). State-of-the-art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum. *European Journal of Special Needs Education*, 26(3), 355-366. doi:10.1080/08856257.2011.593831

- Patricio, J. M., Costa, M. C., Carranґa, J. A., & Farropo, B. (2018). SolarSystemGO - An augmented reality based game with astronomical concepts. In . Rocha, A. Lozano-Tello, M. Pérez Cota, & R. Gonґalves (Eds.), *Proceedings of CISTI'2018 - 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. Cceres, Spain: IEEE. doi:10.23919/CISTI.2018.8399284
- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I., & Wells, D. (2019). Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: A systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, 23(4), 329-346. doi:10.1007/s10055-018-0347-2
- Пешикан, А. (2016). Најчешће заблуде о информационо-комуникационим технологијама у образовању. *Настава и васпитање*, 65(1), 31-46. doi:10.5937/nasvas1601031P
- Pinto, D., Mosquera, J., González, C., Tobar-Muñoz, H., Fabregat, R., & Baldiris, S. (2017). Augmented reality board game for supporting learning and motivation in an indigenous community. In *Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17)*. San Cristóbal de La Laguna, Spain: Universidad de La Laguna. Retrieved from <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6693>
- Plakalovi, D. (2017). Konceptualizacija afordanse. U S. Milojkovi (Urednik), *Zbornik radova sa XVI meunarodnog nauno-strunog simpozijuma INFOTEH-JAHORINA 2017* (Vol. 16, pp. 640-644). Istono Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Istonom Sarajevu, Elektrotehniki fakultet. Dostupno na: <https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2017/radovi/RSS-3/RSS-3-10.pdf>
- Politis, Y., Sung, C., Goodman, L. & Leahy, M. (2019). Conversation skills training for people with autism through virtual reality: Using responsible research and innovation approach. *Advances in Autism*, 6(1), 3-16. doi:10.1108/AIA-05-2018-0017
- Polcar, J., & Horejsi, P. (2015). Knowledge acquisition and cyber sickness: A comparison of VR devices in virtual tours. *MM Science Journal*, 2015(June), 613-616. doi:10.17973/MMSJ.2015_06_201516
- Pombo, L., & Marques, M. M. (2019). An app that changes mentalities about mobile learning—the EduPARK augmented reality activity. *Computers*, 8(2):37. doi:10.3390/computers8020037
- Pombo, L., Marques, M. M., Afonso, L., Dias, P., & Madeira, J. (2019). Evaluation of a mobile augmented reality game application as an outdoor learning tool. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 11(4), 59-79. doi:10.4018/IJMBL.2019100105
- Pombo, L., Marques, M. M., Carlos, V., Guerra, C., Lucas, M., & Loureiro M. J. (2018). Augmented reality and mobile learning in a smart urban park: Pupils' perceptions of the EduPARK game. In . Mealha, M. Divitini, & M. Rehm (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Learning Ecosystems and Regional Development - Citizen, Territory and Technologies: Smart Learning Contexts and Practices (SIST)*, Vol. 80, pp. 90-100). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-61322-2_9
- Попадић, А. (2011). Примена информационо-комуникационих технологија у настави географије. *Глобус*, 36, 175-182.
- Popadi, D. i Kuzmanovi, D. (2013). Korišćenje digitalne tehnologije, rizici i zastupljenost digitalnog nasilja među učenicima u Srbiji. Beograd, Republika Srbija: Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i UNICEF.
- Popović, R., Cvetković, D. i Marković, D. (2010). *Multimedija*. Beograd, Republika Srbija: Univerzitet Singidunum, Departman za informatiku i računarstvo.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrovi, V. M., & Jovanovi, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327. doi:10.1016/j.compedu.2016.02.002
- Правилник о стандардима компетенција за професију наставника и њиховог професионалног развоја. „Службени гласник РС – Просветни гласник“, број 5/11.

- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. doi:10.1108/10748120110424816
- Priestnall, G., FitzGerald, E., Meek, S., Sharples, M., & Polmear, G. (2019). Augmenting the landscape scene: Students as participatory evaluators of mobile geospatial technologies. *Journal of Geography in Higher Education*, 43(2), 131-154. doi:10.1080/03098265.2019.1599332
- Prins, M. J., Gunkel, S., & Niamut, O. A. (2017). TogetherVR: A framework for photo-realistic shared media experiences in 360-degree VR. In *Technical papers of IBC2017 conference*. Retrieved from [https://show.ibc.org/__media/M-Prins--- TOGETHERVR--- A-FRAMEWORK-FOR-PHOTO-REALISTIC.pdf](https://show.ibc.org/__media/M-Prins---TOGETHERVR---A-FRAMEWORK-FOR-PHOTO-REALISTIC.pdf)
- Prophet, J., Kow, Y. M., & Hurry, M. (2018). Cultivating environmental awareness: Modeling air quality data via augmented reality miniature trees. In D. D. Schmorow & C. M. Fidopiastis (Eds.), *Proceedings of the 12th International Conference on Augmented Cognition (AC 2018): Intelligent Technologies* (pp. 406-424). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-91470-1_33
- Puentedura, R. R. (2013). *SAMR: Moving from enhancement to transformation*. Retrieved from <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/05/29/SAMREnhancementToTransformation.pdf>
- Puentedura, R. R. (2015). *SAMR: Approaches to implementation*. Retrieved from http://hippasus.com/rrpweblog/archives/2015/04/SAMR_ApproachesToImplementation.pdf
- Pulli, K. (2017). Meta 2: Immersive optical-see-through augmented reality. *The Society for Information Display Technical Digests*, 48(1), 132-133. doi:10.1002/sdtp.11588
- Radkowski, R., & Ingebrand, J. (2017). HoloLens for assembly assistance - a focus group report. In S. Lackey & J. Chen (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality - VAMR 2017* (pp. 274-282). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-57987-0_22
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543. doi:10.1007/s00779-013-0747-y
- Rae, J., & Edwards, L. (2016, April). *Virtual reality at the British Museum: What is the value of virtual reality environments for learning by children and young people, schools, and families*. Paper presented at the Annual Conference of Museums and the Web (MW2016), Los Angeles, CA. Retrieved from <https://mw2016.museumsandtheweb.com/paper/virtual-reality-at-the-british-museum-what-is-the-value-of-virtual-reality-environments-for-learning-by-children-and-young-people-schools-and-families/>
- Ramli, R., & Zaman, H. B. (2011, July). *Designing usability evaluation methodology framework of augmented reality basic reading courseware (AR BACA SindD) for Down syndrome learner*. Paper presented at the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Bandung, Indonesia. doi:10.1109/ICEEI.2011.6021807
- Ramos, F., Trilles, S., Torres-Sospedra, J., & Perales, F. J. (2018). New trends in using augmented reality apps for smart city contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(12):478. doi:10.3390/ijgi7120478
- Ramsden, A. (2008). *The use of QR codes in education: A getting started guide for academics*. Bath, UK: University of Bath.
- Rasimah, C. M. Y., Ahmad, A., & Zaman, H. B. (2011). Evaluation of user acceptance of mixed reality technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(8), 1369-1387. doi:10.14742/ajet.899
- Ristić, M. (2018). Digitalne kompetencije nastavnika i saradnika. U V. Katić (Urednik), *Zbornik radova XXIV Skupa Trendovi Razvoja: Digitalizacija visokog obrazovanja* (pp. 123-126). Novi Sad, Republika Srbija: Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Dostupno na: http://www.trend.uns.ac.rs/stskup/trend_2018/radovi/T1-4/T1.4-6.pdf

- Ристић, М. Р. и Мандић, Д. П. (2018). Спремност образовног система за мобилно учење. *Социолошки преглед*, 52(3), 1044-1071. doi:10.5937/socpreg52-18707
- Robertson, A. (2019, January 18). AR headset company Meta shutting down after assets sold to unknown company [blog post]. Retrieved from <https://www.theverge.com/2019/1/18/18187315/meta-vision-ar-headset-company-asset-sale-unknown-buyer-insolvent>
- Robertson, G. G., Card, S. K., & Mackinlay, J. D. (1993). Three views of virtual reality: Nonimmersive virtual reality. *Computer*, 26(2), 81-83. doi:10.1109/2.192002
- Romelić, J. (2004). *Metodika nastave geografije*. Novi Sad, Republika Srbija: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo.
- Ромелић, Ј. (2005). Методе рада у настави географије које утичу на активизацију ученика. *Глобус*, 30, 21-38.
- Ромелић, Ј. и Ивановић Љ. (2011). *Дидактички принципи у настави географије*. Нови Сад, Република Србија: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Ромелић, Ј. и Ивановић Бибић, Љ. (2015). *Методика наставе географије*. Нови Сад, Република Србија: Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Ромелић, Ј. и Ковачев, Н. (2009). Специфичности методског поступка обраде наставних садржаја географског аспекта заштите природе. *Заштита природе*, 60(1-2), 733-745.
- Ромелић, Ј., Комленовић, Ђ. и Влајев, Р. (2010). *Образовни стандарди за крај обавезног образовања за наставни предмет Географија*. Београд, Република Србија: Министарство просвете Републике Србије, Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања.
- Romrell, D., Kidder, L. C., & Wood, E. (2014). The SAMR model as a framework for evaluating mLearning. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 18(2). doi:10.24059/olj.v18i2.435
- Rothe, S., Buschek, D., & Hußmann, H. (2019). Guidance in cinematic virtual reality-taxonomy, research status and challenges. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(1):19. doi:10.3390/mti3010019
- Roussou, M. (2000, March). *Immersive interactive virtual reality and informal education*. Paper presented at the i3 Spring Days 2000 - Workshop on Interactive Learning Environments for Children, Athens, Greece. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.7.102&rep=rep1&type=pdf>
- Roca-González, C., Martín-Gutierrez, J., García-Dominguez, M., & del Carmen Mato Carrodegua, M. (2017). Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(2), 441-468. doi:10.12973/eurasia.2017.00625a
- Ruiz-Ariza, A., Casuso, R. A., Suarez-Manzano, S., & Martínez-López, E. J. (2018). Effect of augmented reality game Pokémon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. *Computers & Education*, 116, 49-63. doi:10.1016/j.compedu.2017.09.002
- Saa, P., Moscoso-Zea, O., & Lujan-Mora, S. (2017). *Bring your own device (BYOD): Students perception — privacy issues: A new trend in education?* Paper presented at the 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Ohrid, Macedonia. doi:10.1109/ITHET.2017.8067824
- Savičić, J. i Egić, B. (2010). Pedagoški i kognitivni aspekti virtuelne realnosti. *Pedagogija*, 65(4), 684-691.
- Salmi, H., Thuneberg, H., & Vainikainen, M.-P. (2017). Making the invisible observable by augmented reality in informal science education context. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 253-268. doi:10.1080/21548455.2016.1254358

- Santos, M. E. C., Lübke, A. I. W., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C., & Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: The case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(1):4. doi:10.1186/s41039-016-0028-2
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38-56. doi:10.1109/TLT.2013.37
- Sánchez-Mena, A., Martí-Parreño, J., & Aldás-Manzano, J. (2019). Teachers' intention to use educational video games: The moderating role of gender and age. *Innovations in Education and Teaching International*, 56(3), 318-329. doi:10.1080/14703297.2018.1433547
- Sánchez Prieto, J. C., Olmos Migueláñez, S., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Informal tools in formal contexts: Development of a model to assess the acceptance of mobile technologies among teachers. *Computers in Human Behavior*, 55(Part A), 519-528. doi:10.1016/j.chb.2015.07.002
- Sapargaliyev, D. (2014). Wearable learning: How Google Glass is changing education?. In J. Cook, P. Santos, & Y. Mor (Eds.), *Proceedings of BIIML 2014 Symposium - Bristol Ideas in Mobile Learning*. Aachen, Germany: RWTH. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1154/paper18.pdf>
- Saffer, D. (2008). *Designing gestural interfaces*. Sebastopol, CA: O'Reilly.
- Sayyed, M. R. G., Mansoori, M. S., & Jaybhaye, R. G. (2013). SWOT analysis of Tandooreh National Park (NE Iran) for sustainable ecotourism. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 3(4), 296-305.
- Selzer, M. N., Gazcon, N. F., & Larrea, M. L. (2019). Effects of virtual presence and learning outcome using low-end virtual reality systems. *Displays*, 59, 9-15. doi:10.1016/j.displa.2019.04.002
- Seo, D., Yoo, B., & Ko, H. (2018). Webizing collaborative interaction space for cross reality with various human interface devices. In *Proceedings of the 23rd International ACM Conference on 3D Web Technology – Web3D '18* (article No. 12). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3208806.3208808
- Seraji, N. E., Ziabari, R. S., & Rokni, S. J. A. (2017). Teacher's attitudes towards educational technology in English language institutes. *International Journal of English Linguistics*, 7(2), 176-185. doi:10.5539/ijel.v7n2p176
- Sermet, Y., & Demir, I. (2018). Flood action VR: A virtual reality framework for disaster awareness and emergency response training. In H. R. Arabnia, L. Deligiannidis, & F. G. Tinetti (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods (MSV'18)* (pp. 65-68). USA: CSREA Press.
- Szymczyk, T., Montusiewicz, J., & Skulimowski, S. (2018). An educational historical game using virtual reality. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *INTED2018 Proceedings - 12th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 5964-5971). Valencia, Spain: IATED Academy. doi:10.21125/inted.2018.1412
- Silva, M., Freitas, D., Neto, E., Lins, C., Teichrieb, V., & Teixeira, J. M. (2014). Glassist: Using augmented reality on Google Glass as an aid to classroom management. In J. E. Guerrero (Ed.), *Proceedings of the XVI Symposium on Virtual and Augmented Reality - SVR 2014* (pp. 37-44). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/SVR.2014.41
- Sin, A. K., & Zaman, H. B. (2010). Live Solar system (LSS): Evaluation of an augmented reality book-based educational tool. In A. K. Mahmood, H. B. Zaman, P. Robinson, S. Elliot, P. Haddawy, S. Olariu, & Z. Awang (Eds.), *Proceedings of the 2010 International Symposium on Information Technology*. Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE. doi:10.1109/ITSIM.2010.5561320

- Sirakaya, M., & Alsancak Sirakaya, D. (2018). Trends in educational augmented reality studies: A systematic review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology (MOJET)*, 6(2), 60-74. doi:10.17220/mojet.2018.04.005
- Sirakaya, M., & Kiliç Çakmak, E. (2018). Investigating student attitudes toward augmented reality. *Malaysian Online Journal of Educational Technology (MOJET)*, 6(1), 30-44.
- Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: Augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters*, 1(1), 114-122. doi:10.1166/asl.2008.012
- Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., ... Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19, 19-29. doi:10.1016/j.ijcci.2018.10.002
- Southgate, E., Smith, S. P., & Cheers, H. (2016). *Immersed in the future: A roadmap of existing and emerging technology for career exploration* (Report Series Number 3). Newcastle, Australia: DICE Research. Retrieved from http://dice.newcastle.edu.au/DRS_3_2016.pdf
- Spalević, Ž., Panić, S., Pavlović, M. i Petrović, M. (2011). Virtuelni svet kao novi trend na polju e-učenja. U *Zbornik radova X međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH-JAHORINA* (Vol. 10, pp. 761-765). Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet. Dostupno na: <https://www.infotech.rs.ba/zbornik/2011/radovi/E-V/E-V-3.pdf>
- Stavroulia, K. E., Baka, E., Lanitis, A., & Magnenat-Thalmann, N. (2018). Designing a virtual environment for teacher training: Enhancing presence and empathy. In *Proceedings of Computer Graphics International (CGI) 2018 Conference* (pp. 273-282). New York, NY: ACM. doi:10.1145/3208159.3208177
- Stavroulia, K. E., & Lanitis A. (2017). On the potential of using virtual reality for teacher education. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on Learning and Collaboration Technologies (LCT 2017): Novel Learning Ecosystems* (pp. 173-186). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-58509-3_15
- Stavroulia, K. E., Christofi, M., Baka, E., Michael-Grigoriou, D., Magnenat-Thalmann, N., & Lanitis, A. (2019). Assessing the emotional impact of virtual reality-based teacher training. *International Journal of Information and Learning Technology*, 36(3), 192-217. doi:10.1108/IJILT-11-2018-0127
- Stamenković, S., & Marjanović-Jakovljević, M. (2017). Analiza ekonomskih aspekata primene 5G tehnologije. In M. Stanišić (Ed.), *Book of Proceedings of Sinteza 2017 - International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research* (pp. 374-379). Belgrade, Republic of Serbia: Singidunum University. doi:10.15308/Sinteza-2017-374-380
- Станисављевић, Ј., Лазић, С. и Радуновић, В. (2014). Педагошко-предметно знање (Pedagogical Content Knowledge - РСК) наставника биологије. У Ј. Станисављевић (Уредник), *Зборник радова: Научни скуп Методички аспекти унапређења наставе - предности и изазови* (25-39). Београд, Република Србија: Друштво предметних дидактичара Србије.
- Stevanović Nešić, M., Petrović, M. i Petrović, I. (2012). Rezultati korišćenja različitih pristupa u snimanju 3D slike sistemom paralelnih kamera. U S. Milojković (Urednik), *Zbornik radova XI međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH-JAHORINA* (Vol. 11, pp. 942-946). Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet. Dostupno na: <https://infotech.rs.ba/zbornik/2012/radovi/RSS-8/RSS-8-7.pdf>
- Steinhausser, S. C., Riedmann, A., Haller, M., Oberdorfer, S., Bucher, K., & Latoschik, M. E. (2019). Fancy Fruits - An augmented reality application for special needs education. In F. Liarakis (Ed.), *Proceedings of the 11th International Conference on Virtual Worlds and*

- Games for Serious Applications (VS-Games)*. Piscataway, NJ: IEEE. doi:10.1109/VS-Games.2019.8864547
- Stojšić, I., Ivkov-Džigurski, A., Đukićin Vučković, S., & Maričić, O. (2019). Primena proširene i virtuelne realnosti u nastavi geografije: SWOT analiza i predlog integracije. In É. Borsos, R. Horák, C. Kovács, & Z. Námesztovszki (Eds.), *Book of selected papers of the Hungarian Language Teacher Training Faculty's scientific conferences (Mobility) - 8th International Methodological Conference* (pp. 509-523). Subotica, Republic of Serbia: Univesity of Novi Sad, Hungarian Language Teacher Training Faculty.
- Stojšić, I., Ivkov-Džigurski, A., & Maričić, O. (2019a). Virtual reality as a learning tool: How and where to start with immersive teaching. In L. Daniela (Ed.), *Didactics of smart pedagogy: Smart pedagogy for technology enhanced learning* (pp. 353-369). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-01551-0_18
- Stojšić, I., Ivkov-Džigurski, A., & Maričić, O. (2019b). The readiness of geography teachers to use mobile devices in the context of immersive technologies integration into the teaching process. *Geographica Pannonica*, 23(2), 121-133. doi:10.5937/gp23-20762
- Stojšić, I., Ivkov Džigurski, A., Maričić, O., Ivanović Bibić, L., & Đukićin Vučković S. (2016). Possible application of virtual reality in geography teaching. *Journal of Subject Didactics*, 1(2), 83-96. doi:10.5281/zenodo.438169
- Стојшић, И., Маричић, О., Ивков Цигурски, А. и Вишнић, Т. (2018). WebVR као могући концептуални приступ за примену виртуелне реалности у настави географије. У Ј. Станисављевић (Уредник), *Зборник радова - III дидактичка конференција предметне дидактике: Унапређење наставног процеса - предности и изазови* (81-94). Београд, Република Србија: Друштво предметних дидактичара Србије. Доступно на: <http://metodike.bio.bg.ac.rs/izdavacka-delatnost>
- Стојшић, И. и Томић, Ј. (2014). Конструктивистичка педагогија са аспекта активне наставе географије. У М. Грчић, Д. Филиповић и С. Драгићевић (Уредници), *Зборник радова научног скупа са међународним учешћем поводом 120 година Географског факултета - Географско обарзовање, наука и пракса: Развој, стање и перспективе* (505-511). Београд, Република Србија: Универзитет у Београду - Географски факултет.
- Stojšić, I., Tomić, J., Ivkov-Džigurski, A. i Maričić, O. (2015). Zastupljenost masovnih otvorenih onlajn kurseva (MOOK) među studentskom populacijom: Rezultati pilot istraživanja. U M. Stanišić (Urednik), *Zbornik radova - Međunarodna naučna konferencija iz oblasti informacionih tehnologija i savremenog poslovanja Synthesis 2015* (161-165). Beograd, Republika Srbija: Univerzitet Singidunum. doi:10.15308/Synthesis-2015-161-165
- Stupar-Rutenfrans, S., Ketelaars, L. E. H., & van Gisbergen, M. S. (2017). Beat the fear of public speaking: Mobile 360° video virtual reality exposure training in home environment reduces public speaking anxiety. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(10), 624-633. doi:10.1089/cyber.2017.0174
- Suzić, N. (2007). *Primijenjena pedagoška metodologija*. Banja Luka, Bosna i Hercegovina: XBS.
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275. doi:10.1016/j.compedu.2015.11.008
- Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. In W. A. Kalenich (Ed.), *Proceedings of IFIP Congress 65 - Information processing* (pp. 506-508). Washington, DC: Spartan Books.
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the AFIPS '68 Fall Joint Computer Conference* (pp. 757-764). New York, NY: ACM. doi:10.1145/1476589.1476686
- Suh, A., & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human Behavior*, 86, 77-90. doi:10.1016/j.chb.2018.04.019
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002, September). *Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students*. Paper presented at The First IEEE

- International Augmented Reality Toolkit Workshop, Darmstadt, Germany. doi:10.1109/ART.2002.1106948
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shute, V., Rahimi, S., & Lu, X. (2019). Supporting learning in educational games: Promises and challenges. In P. Díaz, A. Ioannou, K. K. Bhagat, & J. M. Spector (Eds.), *Learning in a digital world* (pp. 59-81). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-13-8265-9_4
- Shute, V., Rahimi, S., & Emihovich, B. (2017). Assessment for learning in immersive environments. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Eds.), *Virtual, augmented, and mixed realities in education* (pp. 71-87). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-5490-7_5
- Schafer, D., & Kaufman, D. (2018). Augmenting reality with intelligent interfaces. In M. A. Aceves-Fernandez (Ed.), *Artificial intelligence: Emerging trends and applications* (pp. 221-242). London, UK: IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.75751
- Tavčar, M. (2016). *Teorija interaktivnog kostima: Telo-tehnologija-kostim*. Doktorska disertacija. Univerzitet umetnosti u Beogradu, Beograd.
- Тадиф, М. (2016). *Географија за седми разред основне школе*. Београд, Република Србија: Завод за уџбенике.
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28. doi:10.3102/0034654310393361
- Taçgın, Z., & Arslan, A. (2017). The perceptions of CEIT postgraduate students regarding reality concepts: Augmented, virtual, mixed and mirror reality. *Education and Information Technologies*, 22(3), 1179-1194. doi:10.1007/s10639-016-9484-y
- Teo, T., Milutinović, V., & Zhou, M. (2016). Modelling Serbian pre-service teachers' attitudes towards computer use: A SEM and MIMIC approach. *Computers & Education*, 94, 77-88. doi:10.1016/j.compedu.2015.10.022
- Teh, G. P. L., & Fraser, B. J. (1994). An evaluation of computer assisted learning in geography in Singapore. *Australian Journal of Educational Technology (AJET)*, 10(1), 55-68. doi:10.14742/ajet.2084
- Todorović, D. i Ružičić, V. (2011). SWOT analiza u školskom razvojnem planiranju. U M. Danilović, D. Golubović i S. Popov (Urednici), *Zbornik radova naučno-stručnog simpozijuma sa međunarodnim učesćem: Tehnologija, informatika i obrazovanje - za društvo učenja i znanja - TIO6* (pp. 344-350). Čačak, Republika Srbija: Univerzitet u Kragujevcu, Tehnički fakultet Čačak.
- Tomi, A. B., & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with The Thirsty Crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123-130. doi:10.1016/j.procs.2013.11.015
- Towndrow, P. A., & Vaish, V. (2009). Wireless laptops in English classrooms: A SWOT analysis from Singapore. *Educational Media International*, 46(3), 207-221. doi:10.1080/09523980903135335
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68-77. doi:10.1016/j.compedu.2008.06.008
- Turan, Z., Meral, E., & Sahin, I. F. (2018). The impact of mobile augmented reality in geography education: Achievements, cognitive loads and views of university students. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(3), 427-441. doi:10.1080/03098265.2018.1455174
- Thammaiah, A. R., Singh, R., & Babu, S. K. (2018, December). *Integrated VR platform for IoT learning environment to improve skill development*. Paper presented at the 33rd Indian Engineering Congress (IEC), Udaipur, Rajasthan. Retrieved from

- https://www.academia.edu/38081818/Integrated_VR_Platform_for_IoT_Learning_Environment_to_Improve_Skill_Development
- Thamrin, H., & Pamungkas, E. W. (2017). A rule based SWOT analysis application: A case study for Indonesian higher education institution. *Procedia Computer Science*, 116, 144-150. doi:10.1016/j.procs.2017.10.056
- Thomas, A., Kumar, A., Krehel, R., Vasey, K., Khoo, E. T., Marsh, T., & Junting, B. L. (2018). Oceans we make: Immersive VR storytelling. In *Proceedings of SA'18 Virtual and Augmented Reality - The 11th ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques*. New York, NY: ACM. doi:10.1145/3275495.3275513
- Thornton, T. R. (2014). *Understanding how learner outcomes could be affected through the implementation of augmented reality in an introductory engineering graphics course*. Doctoral dissertation. Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. Retrieved from <https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.16/9384/etd.pdf>
- Uricchio, W. (2011). A 'proper point of view': The panorama and some of its early media iterations. *Early Popular Visual Culture*, 9(3), 225-238. doi:10.1080/17460654.2011.601165
- Ferrer-Torregrosa, J., Torralba, J., Jimenez, M. A., García, S., & Barcia, J. M. (2015). ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124. doi:10.1007/s10956-014-9526-4
- Filipi Matutinović, S. (2014). *Naučne informacije u Srbiji: Protok, dostupnost, vrednovanje* (3. izmenjeno i dopunjeno izdanje). Beograd, Republika Srbija. Dostupno na: <http://kobson.nb.rs/upload/documents/oNamaPredavanja/PR2014TekstZaDoktorante.pdf>
- Fombona, J., Pascual-Sevillana, M.-A., & González-Videgaray, M. (2017). M-learning and augmented reality: A review of the scientific literature on the WoS repository. *Comunicar*, 25(52), 63-72. doi:10.3916/C52-2017-06
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 412-422. doi:10.1111/bjet.12135
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. In I. Roceanu, F. Moldoveanu, S. Trausan-Matu, D. Barbieru, D. Beligan, & A. Ionita (Eds.), *Proceedings of the 11th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education" - eLSE: Rethinking education by leveraging the eLearning pillar of the Digital Agenda for Europe!* (vol. 1, pp. 133-141). Bucharest, Romania: "CAROL I" National Defence University Publishing House. doi:10.12753/2066-026X-15-020
- Freina, L., & Canessa, A. (2015). Immersive vs desktop virtual reality in game based learning. In R. Munkvold & L. Kolås (Eds.), *Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning - ECGBL 2015* (pp. 195-202). Reading, England: Academic Conferences and Publishing International.
- Freitas, R., & Campos, P. (2008). SMART: A system of augmented reality for teaching 2nd grade students. In O. Abuelma'atti & D. England (Eds.), *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction* (Vol. 2, pp. 27-30). Swindon, UK: BCS Learning & Development.
- Ha, T., Lee, Y., & Woo, W. (2011). Digilog book for temple bell tolling experience based on interactive augmented reality. *Virtual Reality*, 15(4), 295-309. doi:10.1007/s10055-010-0164-8
- Hall, T., Ciolfi, L., Bannon, L., Fraser, M., Benford, S., Bowers, J., ... Flintham, M. (2001). The visitor as virtual archaeologist: Explorations in mixed reality technology to enhance educational and social interaction in the museum. In *Proceedings of the 2001 Conference on Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage* (pp. 91-96). New York, NY: ACM. doi:10.1145/584993.585008

- Hansen, R. (2018, March). *Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) with ArcGIS Runtime*. Paper presented at the 2018 Esri Developer Summit D.C., Washington, D.C. Retrieved from <http://proceedings.esri.com/library/userconf/devsummit-dc18/papers/dev-dc-32.pdf>
- Herman, L., Kvarda, O., & Stachoň, Z. (2018). Cheap and immersive virtual reality: Application in cartography. In S. Zlatanova, S. Dragicevic, & G. Sithole (Eds.), *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS TC IV Mid-term Symposium Archives "3D Spatial Information Science – The Engine of Change"* (Vol. XLII-4, pp. 261-266). Gottingen, Germany: Copernicus GmbH. doi:10.5194/isprs-archives-XLII-4-261-2018
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 33-55. doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00900.x
- Hite, R., Childers, G., & Jones, M. G. (2019). Review of virtual reality hardware employed in K-20 science education. In Y. Zhang & D. Cristol (Eds.), *Handbook of mobile teaching and learning* (pp. 1-12). Berlin, Germany: Springer. doi:10.1007/978-3-642-41981-2_123-1
- Hruby, F., Ressler, R., & de la Borbolla del Valle, G. (2019). Linking real geographies and virtual realities with immersive geospatial technologies. In K. Koutsopoulos, R. de Miguel González, & K. Donert (Eds.), *Geospatial Challenges in the 21st Century* (pp. 63-79). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-04750-4_4
- Huang, B., Jiang, B., & Li, H. (2001). An integration of GIS, virtual reality and the Internet for visualization, analysis and exploration of spatial data. *International Journal of Geographical Information Science*, 15(5), 439-456. doi:10.1080/13658810110046574
- Huang, H.-M., Liaw, S.-S., & Lai, C.-M. (2016). Exploring learner acceptance of the use of virtual reality in medical education: A case study of desktop and projection-based display systems. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 3-19. doi:10.1080/10494820.2013.817436
- Hussein, M., & Nätterdal, C. (2015). *The benefits of virtual reality in education: A comparison study*. BSc thesis. University of Gothenburg, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2077/39977>
- Caldwell, C. (2017). *Story structure and development: A guide for animators, VFX artists, game designers, and virtual reality*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Calle-Bustos, A.-M., Juan, M.-C., García-García, I., & Abad, F. (2017). An augmented reality game to support therapeutic education for children with diabetes. *PLoS ONE*, 12(9):e0184645. doi:10.1371/journal.pone.0184645
- Campos, P., Pessanha, S., & Jorge, J. (2011). Fostering collaboration in kindergarten through an augmented reality game. *International Journal of Virtual Reality*, 10(3), 33-39.
- Cao, L., Peng, C., & Hansberger, J. T. (2019). Usability and engagement study for a serious virtual reality game of lunar exploration missions. *Informatics*, 6(4):44. doi:10.3390/informatics6040044
- Carbonell Carrera, C., Avarvarei, B. V., Chelariu, E. L., Draghia, L., & Avarvarei, S. C. (2017). Map-reading skill development with 3D technologies. *Journal of Geography*, 116(5), 197-205. doi:10.1080/00221341.2016.1248857
- Carbonell Carrera, C., & Bermejo Asensio, L. A. (2017). Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 119-133. doi:10.1080/03098265.2016.1260530
- Carbonell-Carrera, C., & Saorín, J. L. (2017). Geospatial Google Street View with virtual reality: A motivational approach for spatial training education. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(9):261. doi:10.3390/ijgi6090261
- Carbonell-Carrera, C., & Saorin, J. L. (2018). Virtual learning environments to enhance spatial orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 709-719. doi:10.12973/ejmste/79171
- Carbonell Carrera, C., Saorin Perez, J. L., & Torre Cantero, J. D. L. (2018). Teaching with AR as a tool for relief visualization: Usability and motivation study. *International Research in*

- Geographical and Environmental Education*, 27(1), 69-84. doi:10.1080/10382046.2017.1285135
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341-377. doi:10.1007/s11042-010-0660-6
- Castaneda, L., & Pacampara, M. (2018, June). *Actual data from VR usage: What happens when VR is in schools*. Paper presented at the International Society for Technology in Education (ISTE) 2018 Conference. Chicago, Illinois. Retrieved from: https://conference.iste.org/2018/program/search/detail_session.php?id=110768101
- Cascales-Martínez, A., Martínez-Segura, M.-J., Pérez-López, D., & Contero, M. (2017). Using an augmented reality enhanced tabletop system to promote learning of mathematics: A case study with students with special educational needs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 355-380. doi:10.12973/eurasia.2017.00621a
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In B. D. Shriver (Ed.), *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences* (Vol. 2, pp. 659-669). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press. doi:10.1109/HICSS.1992.183317
- Cawood, A. J., & Bond, C. E. (2019). eRock: An open-access repository of virtual outcrops for geoscience education. *GSA Today*, 29(2), 36-37. doi:10.1130/GSATG373GW.1
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79-122. doi:10.3102/0034654315582065
- Clough, G. (2010). Geolearners: Location-based informal learning with mobile and social technologies. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 33-44. doi:10.1109/TLT.2009.39
- Coakes, S. J. (2013). *SPSS verzija 20.0 za Windows: Analiza bez muke*. Beograd, Republika Srbija: Kompjuter biblioteka.
- Concannon, B. J., Esmail, S., & Roduta Roberts, M. (2019). Head-mounted display virtual reality in post-secondary education and skill training. *Frontiers in Education*, 4:80. doi:10.3389/feduc.2019.00080
- Cochrane, T. (2016). Mobile VR in education: From the fringe to the mainstream. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 8(4), 44-60. doi:10.4018/IJMBL.2016100104
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., & Hart, J. C. (1992). The CAVE: Audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, 35(6), 64-72.
- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY: HarperCollins.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.015
- Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, 19(2), 272-309. doi:10.1080/15213269.2015.1015740
- Chalil Madathil, K., Frady, K., Hartley, R., Bertrand, J., Alfred, M., & Gramopadhye, A. (2017). An empirical study investigating the effectiveness of integrating virtual reality - based case studies into an online asynchronous learning environment. *Computers in Education (CoED) Journal*, 8(3). Retrieved from http://asee-coed.org/index.php/coed/article/view/Madathil_AnEmpirical/Madathil_Empirical
- Chang, S.-C., Hsu, T.-C., Kuo, W.-C., & Jong, M. S.-Y. (2020). Effects of applying a VR-based two-tier test strategy to promote elementary students' learning performance in a geology class. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 148-165. doi:10.1111/bjet.12790

- Chang, H.-Y., Hsu, Y.-S., Wu, H.-K., & Tsai, C.-C. (2018). Students' development of socio-scientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment. *International Journal of Science Education*, 40(12), 1410-1431. doi:10.1080/09500693.2018.1480075
- Chang, H.-Y., Yu, Y.-T., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2016). The impact of a mobile augmented reality game: Changing students' perceptions of the complexity of socioscientific reasoning. In J. M. Spector, C.-C. Tsai, D. G. Sampson, Kinshuk, R. Huang, N.-S. Chen, & P. Resta (Eds.), *Proceedings of the IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 312-313). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/ICALT.2016.131
- Chang, C.-H., & Pascua, L. (2016). Singapore students' misconceptions of climate change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 25(1), 84-96. doi:10.1080/10382046.2015.1106206
- Chang, Y.-L., Hou, H.-T., Pan, C.-Y., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E. (2015). Apply an augmented reality in a mobile guidance to increase sense of place for heritage places. *Educational Technology & Society*, 18(2), 166-178. Available at https://www.j-ets.net/ETS/journals/18_2/13.pdf
- Chatzopoulos, D., Bermejo, C., Huang, Z., & Hui, P. (2017). Mobile augmented reality survey: From where we are to where we go. *IEEE Access*, 5, 6917-6950. doi:10.1109/ACCESS.2017.2698164
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using augmented reality in education from 2011 to 2016. In E. Popescu, Kinshuk, M. K. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N.-S. Chen, & D. G. Sampson (Eds.), *Innovations in smart learning: Lecture notes in educational technology* (pp. 13-18). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-2419-1_2
- Chen, H., Feng, K., Mo, C., Cheng, S., Guo, Z., & Huang, Y. (2011). Application of augmented reality in engineering graphics education. In S. Li & Y. Dai (Eds.), *Proceedings of the 2011 IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education* (Vol. 2, pp. 362-365). Beijing, China: IEEE. doi:10.1109/ITiME.2011.6132125
- Chen, C.-H., Lee, I.-J., & Lin, L.-Y. (2015). Augmented reality-based self-facial modeling to promote the emotional expression and social skills of adolescents with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 396-403. doi:10.1016/j.ridd.2014.10.015
- Chen, C.-H., Lee, I.-J., & Lin, L.-Y. (2016). Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions. *Computers in Human Behavior*, 55, 477-485. doi:10.1016/j.chb.2015.09.033
- Chen, Y.-C. (2006). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. In H. Sun (Ed.), *Proceedings of the 2006 ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications* (pp. 369-372). New York, NY: ACM. doi:10.1145/1128923.1128990
- Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53-69. doi:10.14742/ajet.2820
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. doi:10.1007/s10956-012-9405-9
- Chou, T.-L., & Chanlin, L.-J. (2014). Location-based learning through augmented reality. *Journal of Educational Computing Research*, 51(3), 355-368. doi:10.2190/EC.51.3.e
- Chow, J., Feng, H., Amor, R., & Wünsche, B. C. (2013). Music education using augmented reality with a head mounted display. In R. T. Smith & B. C. Wünsche (Eds.), *Proceeding of the 14th Australasian User Interface Conference - AUIC'13* (Vol. 139, pp. 73-79). Darlinghurst, Australia: Australian Computer Society.

- Chow, Y.-W. (2010). Low-cost multiple degrees-of-freedom optical tracking for 3D interaction in head-mounted display virtual reality. *ACEEE International Journal on Network Security*, 1(1), 12-16. doi:01.ijns.10.01.03
- Churches, A. (2008). *Bloom's digital taxonomy*. Retrieved from <http://burtonslifelearning.pbworks.com/f/BloomDigitalTaxonomy2001.pdf>
- Čekić, E., Đurišić, V., Leković, V. i Perović, D. (2006). Haptički interfejsi. U *Zbornik radova Naučno-stručnog Simpozijuma Infoteh®-Jahorina* (Vol. 5, 493-495). Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet. Dostupno na: <https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2006/>
- Џигурски, С., Симић, С., Марковић, С. и Шћепановић, Д. (2013). *Истраживање о употреби информационо-комуникационих технологија у школама у Србији*. Београд, Република Србија: Тим за социјално укључивање и смањење сиромаштва, Кабинет потпредседнице Владе за европске интеграције.
- Џиновић, В., Ђевић, Р. и Ђерић, И. (2013). Перцепције наставника о сопственој иницијативности: Колективна иницијатива спрам личне иницијативе. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 45(2), 282-297. doi:10.2298/ZIPI1302282D
- Šašinka, Č., Stachoň, Z., Sedlák, M., Chmelík, J., Herman, L., Kubíček, P., ... Juřík, V. (2019). Collaborative immersive virtual environments for education in geography. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(1):3. doi:10.3390/ijgi8010003
- Šimić Šašić, S. (2011). Interakcija nastavnik–učenik: Teorije i mjerenje. *Psihologijske teme*, 20(2), 233-260.
- Qiao, X., Ren, P., Dustdar, S., & Chen, J. (2018). A new era for Web AR with mobile edge computing. *IEEE Internet Computing*, 22(4), 46-55. doi:10.1109/MIC.2018.043051464
- Queiroz, A. C. M., Kamarainen, A. M., Preston, N. D., & da Silva Leme, M. I. (2018). Immersive virtual environments and climate change engagement. In D. Beck, A. Peña-Rios, T. Ogle, C. Allison, L. Morgado, J. Pirker, J. Richter, & C. Gütl (Eds.), *Proceedings from the 4th Immersive Learning Research Network Conference - iLRN 2018* (pp. 153-164). Graz, Austria: Verlag der Technischen Universität Graz. doi:10.3217/978-3-85125-609-3-27
- Wallgrün, J. O., Chang, J. (S.-K), Zhao J., Sajjadi, P., Oprean, D., Murphy, T. B., ... Klippel, A. (2019). For the many, not the one: Designing low-cost joint VR experiences for place-based learning. In P. Bourdot, V. Interrante, L. Nedel, N. Magnenat-Thalmann, & G. Zachmann (Eds.), *Proceedings of the 16th EuroVR International Conference* (pp. 126-148). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-31908-3_9
- Weerasinghe, M., Quigley, A., Ducasse, J., Čopič Pucihar, K., & Kljun M. (2019). Educational augmented reality games. In V. Geroimenko (Ed.), *Augmented reality games II: The gamification of education, medicine and art*. Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-15620-6_1
- Wei, N. J., Dougherty, B., Myers, A., & Badawy, S. M. (2018). Using Google Glass in surgical settings: Systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(3):e54. doi:10.2196/mhealth.9409
- Werner, P. (2019). Review of implementation of augmented reality into the georeferenced analogue and digital maps and images. *Information*, 10(1):12. doi:10.3390/info10010012
- Westerfield, G., Mitrovic, A., & Billingham, M. (2015). Intelligent augmented reality training for motherboard assembly. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 25(1), 157-172. doi:10.1007/s40593-014-0032-x
- Winn, W. (1993, August). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality* (Human Interface Technology Laboratory Report TR-93-9). Seattle, WA: University of Washington. Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/research/education/winn/winn-paper.html~>

- Woods, E., Billingham, M., Looser, J., Aldridge, G., Brown, D., Garrie, B., & Nelles, C. (2004). Augmenting the science centre and museum experience. In S. N. Spencer (Ed.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australasia and South East Asia* (pp. 230-236). New York, NY: ACM. doi:10.1145/988834.988873
- Woods, T. L., Reed, S., Hsi, S., Woods, J. A., & Woods, M. R. (2016). Pilot study using the augmented reality sandbox to teach topographic maps and surficial processes in introductory geology labs. *Journal of Geoscience Education*, 64(3), 199-214. doi:10.5408/15-135.1
- Wu, T., Dameff, C., & Tully, J. (2014). Integrating Google Glass into simulation-based training: Experiences and future directions. *Journal of Biomedical Graphics and Computing*, 4(2), 49-54. doi:10.5430/jbgc.v4n2p49
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.024
- Wheatstone, C. (1838). Contributions to the physiology of vision. --Part the first. On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 128, 371-394. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/108203>
- Xue, H., Sharma, P., & Wild, F. (2019). User satisfaction in augmented reality-based training using Microsoft HoloLens. *Computers*, 8(1):9. doi:10.3390/computers8010009
- Yap, M. C. (2016, April). *Google Cardboard for a K-12 social studies module*. Paper presented at the 21st TCC Worldwide Online Conference, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. Retrieved from <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/40604/1/LTEC-690-Yap-Scholarspace.05.04.16.pdf>
- Yoo, S., & Parker, C. (2015). Controller-less interaction methods for Google Cardboard. In *Proceedings of the 3rd ACM Symposium on Spatial User Interaction - SUI '15* (p. 127). New York, NY: ACM. doi:10.1145/2788940.2794359
- Youngblut, C. (1997). Educational uses of virtual reality technology (Executive summary). *VR in the Schools*, 3(1). Retrieved from <http://vr.coe.edu/vrits/3-1young.htm>
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 119-140. doi:10.18785/jetde.0401.10

<https://aframe.io/>

<https://alivr.com/>

<http://arkids.cards/geo-en>

<https://arsandbox.ucdavis.edu/>

<https://arsandbox.ucdavis.edu/instructions/>

<http://artoolkit.sourceforge.net/>

<https://arvr.google.com/cardboard/get-cardboard/>

<https://arvr.google.com/earth/>

<https://assetstore.unity.com/categories/3d>

<https://aws.amazon.com/lumberyard/>

<https://aws.amazon.com/sumerian/>

<https://azure.microsoft.com/en-us/services/kinect-dk/>

<http://birdlyvr.com/>

<https://civilization.com/>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ARSandbox_Dickinson_ND.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CAVE_Crayoland.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cross-section-of-the-rotund_0.jpg#/media/File:Cross-section-of-the-rotund_0.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Google_Glass_Main.jpg
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Headsight.jpg>
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ramahololens.jpg>
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sensorama-morton-heilig-virtual-reality-headset.jpg>
<https://cospaces.io/edu/>
<https://developer.apple.com/arkit/>
<https://developer.ibm.com/patterns/create-a-virtual-reality-speech-sandbox/>
<https://developers.arcgis.com/arcgis-runtime/>
<https://developers.google.com/ar/>
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uwWvAzAiQDUEKXkxvqF6rS840ae2AU7eD8bhxzJ9SdY/edit#gid=0>
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uwWvAzAiQDUEKXkxvqF6rS840ae2AU7eD8bhxzJ9SdY/edit#gid=765151678>
<https://download.kortforsyningen.dk/content/danmarks-frie-geodata-i-minecraftverden>
<https://earth.google.com/web/>
<https://education.microsoft.com>
<https://education.minecraft.net/>
<https://education.minecraft.net/class-resources/search-lessons/>
<https://edu.google.com/products/classroom/>
<https://edu.google.com/products/gsuite-for-education/>
<https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/>
<https://feelreal.com/>
<https://fielddaylab.org/make/aris/>
<http://geocam.wazar-apps.com/>
<https://geoguessr.com/>
<https://get.plickers.com/>
<https://github.com/jeromeetienne/AR.js/blob/master/README.md>
<https://glitch.com/~aframe>
<http://go.secondlife.com/landing/education/>
<https://haptx.com/>
<https://hologram.cool/>
<https://immersivevreducation.com/products-vr-experiences/apollo-11/>
<https://ingress.com/>
<http://irrlicht.sourceforge.net/>
<https://kahoot.com/>
<http://katvr.com/>
<https://matterport.com/pro2-3d-camera/>
<https://mergevr.com/cube>
<https://mergevr.com/headset>
<http://metodike.bio.bg.ac.rs>
<https://miniverse.io/experience?e=merge-explorer>
<https://miniverse.io/experience?e=object-viewer-for-merge-cube>
<https://nasa3d.arc.nasa.gov/models>
<https://nearpod.com/>

<https://nearpod.com/nearpod-vr>
<https://nianticlabs.com/>
http://opensimulator.org/wiki/Main_Page
<https://pimaxvr.com/>
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Smart2it.VR.Smart2VR.VRCities&hl=en>
<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar>
<http://podrinske.com/besplatna-virtuelna-setnja-kroz-sabac-krajem-15-veka/>
<https://poly.google.com/>
<https://poly.google.com/tours>
<https://roundme.com/>
<https://scratch.mit.edu/>
<https://shop.leica-geosystems.com/learn/reality-capture/blk360>
<http://sitesinvr.com/>
<https://site.vizor.io/>
<https://sites.google.com/view/vrgeonastava>
<https://sketchfab.com/>
<https://socratic.com/>
<https://sr.padlet.com/>
<https://store.steampowered.com/vr>
<https://studio.gometa.io/>
<https://studio.hpreveal.com/landing>
<https://support.avaya.com/products/P1385/avayalive-engage>
<https://sway.office.com>
<https://teachercenter.withgoogle.com>
<http://teachlive.org/>
<https://teslasuit.io/>
<https://theroar.io/>
<https://theta360.com/en/>
<https://unity.com/solutions/mobile-ar>
<http://vebciklopedija.zajednicaucenja.edu.rs>
<http://vedils.uca.es/web/index.html>
<https://vrgineers.com/xtal/>
<https://vr.google.com/blocks/>
<https://vr.google.com/cardboard/>
<https://vr.google.com/daydream/smartphonevr/>
<https://vr.google.com/tourcreator/>
<https://worldofwarcraft.com/en-us/>
<https://x.company/glass>
<https://yostlabs.com/priovr/>
<https://zajecaronline.com/prosirena-stvarnost-u-feliks-romulijani-i-zajecarskom-muzeju-holograd-foto-video/>
<https://zap.works/studio/>
<http://zbornikradova.mtt.gov.rs>
<http://zuov.gov.rs/saznali-na-seminaru-i-primenili-u-praksi>
<https://www8.hp.com/us/en/campaigns/mixedrealityheadset/overview.html>
<https://www.acer.com/ac/en/US/content/series/wmr>
<https://www.ageofempires.com/>
<https://www.amres.ac.rs/cp/institucije/projekat-povezivanje-osnovnih-srednjih-skola>

<https://www.asus.com/us/Headset/ASUS-Windows-Mixed-Reality-Headset-HC102/>
<https://www.augment.com/>
<http://www.aumentaty.com/indexEN.php>
<https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>
<https://www.autodesk.com/products/maya/overview>
<http://www.avantiseducation.com/>
<https://www.bhaptics.com/tactsuit>
<https://www.blender.org/>
<https://www.blippar.com/>
<https://www.bl.uk/collection-items/section-of-the-rotunda-leicester-square>
<http://www.bobovr.com/product/bobovr4/>
<https://www.britishcouncil.rs/new-technologies>
<https://www.canva.com/>
<https://www.canvas.net/>
<https://www.classcraft.com/>
<https://www.classdojo.com/>
<http://www.classvr.com/>
<https://www.cleverbooks.eu/geography/>
<https://www.codekonditor.com/>
<https://www.coursera.org/>
<https://www.cryengine.com/>
<https://www.cyberith.com/virtualizer-elite/>
<https://www.cybershoes.io/>
<https://www.dextarobotics.com/en-us>
<http://www.digitalnaskola.rs>
<http://www.doziviteslu.com/>
<https://www.ea.com/games/simcity>
<https://www.ea.com/games/the-sims>
<https://www.edorable.com/>
<https://www.edx.org/>
<https://www.eonreality.com/platform/creator-avr/>
<https://www.eonreality.com/platform/eon-creator/>
<https://www.e-rock.co.uk/>
<http://www.escapistgames.com/apps.html>
<http://www.escapistgames.com/sc.html>
<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview>
<https://www.etwinning.net/sr/pub/index.htm>
<https://www.facebook.com/groups/136990933177426>
<https://www.facebook.com/groups/154903095172581>
<https://www.facebook.com/groups/246073169217230/>
<https://www.facebook.com/groups/274151386014491/>
<https://www.facebook.com/groups/480579362131541/>
<https://www.facebook.com/groups/aktivnastavnikageografije/>
<https://www.facebook.com/groups/arvredu/>
<https://www.futurelearn.com/>
<https://www.google.rs/intl/sr/earth/>
<https://www.google.rs/streetview/>
<https://www.harrypotterwizardsunite.com/>

<https://www.hpreveal.com/>
<http://www.ilike2learn.com/>
<https://www.infinadeck.com/>
<https://www.insta360.com/product/insta360-onex/>
<https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>
<https://www.kitely.com/>
<http://www.knjizara.zavod.co.rs/geografija-za-sedmi-razred-osnovne-skole>
<http://www.kucakraljapetra.rs/lat/spomen-soba/>
<https://www.labster.com/>
<https://www.layar.com/>
<https://www.leapmotion.com/technology/>
<https://www.lenovo.com/us/en/virtual-reality-and-smart-devices/virtual-and-augmented-reality/lenovo-explorer/Lenovo-Explorer/p/G10NREAG0A2>
<https://www.lenovo.com/us/en/virtual-reality-and-smart-devices/virtual-and-augmented-reality/lenovo-mirage-solo/Mirage-Solo/p/ZZIRZRHVR01>
<https://www.lg.com/us/mobile-accessories/lg-LGR105AVRZTS-360-cam>
<https://www.lgfl.net/learning-resources/summary-page/explore-geography>
<https://www.locusmap.eu/>
<https://www.magicleap.com/>
<https://www.metavision.com>
<https://www.microsoft.com/en-us/p/paint-3d/9nblggh5fv99?activetab=pivot:overviewtab>
<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
<https://www.microsoft.com/en-us/p/holotour/9nblggh5pj87?activetab=pivot:overviewtab>
<https://www.microsoft.com/en-us/windows/windows-mixed-reality>
<https://www.minecraft.net/en-us/>
<https://www.mirareality.com/>
<https://www.museumoflondon.org.uk/discover/museum-london-apps>
<https://www.muzejvojvodine.org.rs/index.php/lat/vesti/2374-muzejska-e-sveznalica>
<http://www.muzejzrenjanin.org.rs/sr/aktivnosti/ostalo/promocija-ar-aplikacije-vizije-muzeja.html>
<https://www.nemesys.hu/World-Traveler>
<https://www.oculus.com/experiences/gear-vr/>
<https://www.oculus.com/experiences/go/1458129140982015>
<https://www.oculus.com/experiences/go/2252817104759749/>
<https://www.oculus.com/go/>
<https://www.oculus.com/quest/>
<https://www.oculus.com/rift/>
<https://www.oculus.com/rift-s/>
<https://www.ogre3d.org/>
<https://www.playstation.com/en-au/explore/playstation-vr/>
<https://www.pokemongo.com>
<https://www.prisonexp.org/>
<https://www.qclone.pro/>
<https://www.qrstuff.com/>
<https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-360/>
<https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/>
<https://www.samsung.com/us/computing/hmd/windows-mixed-reality/xe800zaa-hc1us-xe800zaa-hc1us/>
<https://www.sansar.com/>

<http://www.scientix.eu>
<https://www.skype.com>
<https://www.sloodle.org/>
<https://www.snapchat.com>
<http://www.srbija1914.rs/>
<http://www.tactustech.com/vfrog/>
https://www.ted.com/talks/michael_bodekaer_this_virtual_lab_will_revolutionize_science_class
<https://www.tes.com/resources/search/?q=%23GoogleExpedition&subjects=GB%7C0%7CGeography%7C>
<https://www.thinglink.com/edu>
<https://www.tiltbrush.com/>
<http://www.titansofspacevr.com/marsisarealplace.html>
<http://www.titansofspacevr.com/titansofspace.html>
<https://www.turbosquid.com/>
<https://www.unrealengine.com/en-US/vr>
<https://www.valvesoftware.com/en/index>
<https://www.vgis.io/>
<https://www.viewar.com/>
<http://www.view-master.com/en-us>
<https://www.virtuix.com/>
<https://www.vive.com/cn/product/vive-focus-en/>
<https://www.vive.com/us/>
<https://www.vive.com/us/product/cosmos/>
<https://www.vive.com/us/product/vive-pro/>
<https://www.vive.com/us/wireless-adapter/>
<https://www.viveport.com/>
<https://www.voidar.net>
<https://www.vrglue.com/>
<https://www.vuforia.com/>
<https://www.wakingapp.com/>
<https://www.wikitudo.com/>
<https://www.wizdish.com/>
<https://www.worldwildlife.org/pages/explore-wwf-free-rivers-a-new-augmented-reality-app>
<https://www.xzing.com/>
<https://www.youtube.com/watch?v=OvEVZ-yFkv0>
<https://www.youtube.com/channel/UCzuqhhs6NWbgTzMuM09WKDQ>
<http://www.zappar.com/>

ПРИЛОЗИ

Прилог 1: Образовни стандарди за крај обавезног и општег средњег и средњег стручног образовања за предмет Географија

Табела А1. Образовни стандарди за крај обавезног образовања за наставни предмет Географија

Област	Ниво	Искази
Географске вештине	основни	ГЕ.1.1.1. разуме појам оријентације и наводи начине оријентисања
		ГЕ.1.1.2. наводи и описује начине представљања Земљине површине (глоб и географска карта)
		ГЕ.1.1.3. препознаје и чита географске и допунске елементе карте
Географске вештине	средњи	ГЕ.2.1.1. одређује стране света у простору и на географској карти
		ГЕ.2.1.2. одређује положај места и тачака на географској карти
		ГЕ.2.1.3. препознаје и објашњава географске чињенице - објекте, појаве, процесе и односе који су представљени моделом, сликом, графиком, табелом и схемом
		ГЕ.2.1.4. приказује понуђене географске податке: на немој карти, картографским изражајним средствима (бојама, линијама, простим геометријским знацима, симболичким знацима ...), графиком, табелом и схемом
Физичка географија	основни	ГЕ.3.1.1. доноси закључке о просторним (топографским) и каузалним везама географских чињеница - објеката, појава, процеса и односа на основу анализе географске карте
		ГЕ.1.2.1. именује небеска тела у Сунчевом систему и наводи њихов распоред
		ГЕ.1.2.2. описује облик Земље и препознаје појаве и процесе везане за њена кретања
Физичка географија	средњи	ГЕ.1.2.3. именује Земљине сфере (литосферу, атмосферу, хидросферу, биосферу) и препознаје њихове основне одлике
		ГЕ.2.2.1. описује небеска тела и њихова кретања
		ГЕ.2.2.2. разликује и објашњава географске чињенице - објекте, појаве, процесе и односе у Земљиним сферама (литосфери, атмосфери, хидросфери, биосфери)
Физичка географија	напредни	ГЕ.3.2.1. препознаје димензије Земље и објашњава последице Земљиног облика и њених кретања
		ГЕ.3.2.2. објашњава физичко-географске законитости у географском омотачу (климатску и биогеографску зоналност) и наводи мере за његову заштиту, обнову и унапређивање
Друштвена географија	основни	ГЕ.1.3.1. познаје основне појмове о становништву и насељима и уочава њихов просторни распоред
		ГЕ.1.3.2. дефинише појам привреде и препознаје привредне делатности и привредне гране
	средњи	ГЕ.2.3.1. разликује и објашњава кретање становништва (природно и механичко) и структуре становништва

		ГЕ.2.3.2. именује међународне организације у свету (ЕУ, UNICEF, UN, UNESCO, FAO, Црвени крст)
	напредни	ГЕ.3.3.1. објашњава утицај природних и друштвених фактора на развој и размештај становништва и насеља ГЕ.3.3.2. објашњава утицај природних и друштвених фактора на развој и размештај привреде и привредних делатности
	основни	ГЕ.1.4.1. препознаје основне природне и друштвене одлике наше државе ГЕ.1.4.2. именује континенте и препознаје њихове основне природне и друштвене одлике
	средњи	ГЕ.2.4.1. описује природне и друштвене одлике наше државе и наводи њене географске регије ГЕ.2.4.2. описује природне и друштвене одлике континената и наводи њихове географске регије
Регионална географија	напредни	ГЕ.3.4.1. објашњава географске везе (просторне и каузалне, директне и индиректне) и законитости (опште и посебне) у нашој земљи и уме да издвоји географске регије ГЕ.3.4.2. објашњава географске везе (просторне и каузалне, директне и индиректне) и законитости (опште и посебне) у Европи и уме да издвоји географске регије ГЕ.3.4.3. објашњава географске везе (просторне и каузалне, директне и индиректне) и законитости (опште и посебне) на ваневропским континентима и уме да издвоји географске регије

Извор: Ромелић *et al.*, 2010

Табела А2. Образовни стандарди за крај општег средњег и средњег стручног образовања и васпитања за наставни предмет Географија

Област	Ниво	Искази
Географске вештине	основни	2.ГЕ.1.1.1. Чита и тумачи географске карте различитог размера и садржаја, користи компас и систем за глобално позиционирање (ГПС) ради оријентације у простору и планирања активности. 2.ГЕ.1.1.2. Користи инструменте за читавање вредности основних временских/климатских елемената ради планирања и организовања активности у свом окружењу. 2.ГЕ.1.1.3. Правилно дефинише географске појмове и користи различите изворе (статистичке податке, научнопопуларну литературу, географске часописе, информације из медија, интернет) за прикупљање и представљање географских података у локалној средини, Републици Србији и земљама у окружењу.
	средњи	2.ГЕ.2.1.1. Правилно користи картографска изражајна средства за скицирање географских карата различитог размера и садржаја. 2.ГЕ.2.1.2.* Разуме значај и могућности практичне примене географског информационог система (ГИС). 2.ГЕ.2.1.3.* Дефинише просторни план и објашњава значај просторног планирања за укупан развој одређене територије.
	напредни	2.ГЕ.3.1.1. Анализира различите изворе података и истраживачке резултате (географске карте, сателитске снимке, статистичке податке, научну литературу, географске часописе, информације из медија, интернет); изводи закључке и предлаже мере за решавање друштвених проблема. 2.ГЕ.3.1.2.* Примењује географски информациони систем (ГИС) за креирање једноставних географских карата.

		<p>2.ГЕ.3.1.3.* Анализира значај чинилаца развоја у просторном планирању (људи, природа, друштвено богатство, инфраструктура, мрежа и систем насеља).</p> <p>2.ГЕ.3.1.4. Анализира аналогне и дигиталне тематске карте (природних појава, система и природне средине, друштвених појава и створених добара) и објашњава узроке који су утицали на актуелно стање, постојеће појаве и објекте.</p>
Природни услови и ресурси	основни	<p>2.ГЕ.1.2.1. Описује васионски простор и објашњава постанак, особине и кретање небеских (васионских) тела.</p> <p>2.ГЕ.1.2.2. Наводи појаве и процесе у Земљиним сферама и описује њихов утицај на формирање различитих природних услова и ресурса на Земљи.</p> <p>2.ГЕ.1.2.3. Описује географски размештај и опште карактеристике природних услова и ресурса у локалној средини, Републици Србији и региону и разуме њихов значај за економски развој.</p> <p>2.ГЕ.1.2.4. Разуме концепт одрживог развоја као услов за опстанак и напредак људског друштва и привредни развој.</p> <p>2.ГЕ.1.2.5. Наводи еколошке проблеме и њихове последице у локалној средини, Републици Србији и региону (прекомерна сеча, сушење и паљење шума, неадекватна испаша, ерозија тла, загађивање вода, ваздуха, земљишта, киселе кише, поплаве, суше) и учествује у активностима за њихово решавање.</p>
	средњи	<p>2.ГЕ.2.2.1. Описује постанак Земље, Месеца, Сунчевог система, њихов облик, величину, начине кретања (докази и последице).</p> <p>2.ГЕ.2.2.2. Објашњава географске везе између природних услова, ресурса и људских делатности.</p> <p>2.ГЕ.2.2.3. Објашњава географски размештај природних ресурса у Републици Србији, региону и Европи и објашњава њихов утицај на економски развој.</p> <p>2.ГЕ.2.2.4. Описује настанак, развој и последице еколошких проблема на локалном и националном нивоу и предлаже мере за њихово решавање.</p>
	напредни	<p>2.ГЕ.3.2.1. Описује васионски простор, објашњава законитости и разуме њихов утицај на Земљу.</p> <p>2.ГЕ.3.2.2. Анализира геохронолошки развој планете Земље.</p> <p>2.ГЕ.3.2.3. Објашњава основна начела одрживог коришћења природних ресурса и њихов утицај на економски развој Републике Србије.</p> <p>2.ГЕ.3.2.4. Анализира еколошке проблеме и њихове последице на глобалном нивоу и познаје савремене мере и поступке који се користе за њихово решавање.</p>
Друштвена географија	основни	<p>2.ГЕ.1.3.1. Описује историјско-географске факторе и њихов утицај на неравномеран регионални развој Републике Србије и земаља у окружењу.</p> <p>2.ГЕ.1.3.2. Наводи географске факторе који утичу на размештај становништва, насеља и привреде у Републици Србији и земљама у окружењу.</p> <p>2.ГЕ.1.3.3. Описује демографски развој (природни и механички) и структуре становништва у Републици Србији и земљама у окружењу.</p> <p>2.ГЕ.1.3.4. Разуме појмове: транзиција, интеграција, глобализација и њихов утицај на промене и проблеме у Републици Србији и земљама у окружењу.</p>

	средњи	<p>2.ГЕ.2.3.1. Објашњава утицај географских фактора на демографски развој, размештај становништва, насеља и привреде у свету.</p> <p>2.ГЕ.2.3.2. Објашњава савремене проблеме човечанства (сукоби и насиље, незапосленост, глад, недостатак пијаће воде, дискриминација, болести зависности) и наводи мере за њихово превазилажење.</p> <p>2.ГЕ.2.3.3. Дефинише појам глобалне економије и тржишта и наводи факторе који утичу на њихов настанак и развој.</p>
	напредни	<p>2.ГЕ.3.3.1. Анализира утицај друштвених фактора на степен економске развијености различитих регија у свету.</p> <p>2.ГЕ.3.3.2. Анализира глобалне друштвене промене (транзиција, интеграција, глобализација, депопулација, неравномеран размештај становништва, пренасељеност градова, деаграризација) и њихов утицај на друштвене и економске токове на глобалном нивоу.</p> <p>2.ГЕ.3.3.3. Објашњава глобалну и националну економију, глобално и национално тржиште и анализира факторе који утичу на њихов развој.</p>
	основни	<p>2.ГЕ.1.4.1. Објашњава математичкогеографски, физичкогеографски, економскогеографски и војностратешки положај Републике Србије.</p> <p>2.ГЕ.1.4.2. Описује природногеографске и друштвеногеографске одлике локалне средине и Републике Србије.</p> <p>2.ГЕ.1.4.3. Издваја регионалне целине у Републици Србији и описује њихов неравномеран развој.</p> <p>2.ГЕ.1.4.4. Наводи природна и културна добра локалне средине, Републике Србије и разуме потребу за њиховим очувањем и унапређивањем.</p>
Национална географија и регионални развој	средњи	<p>2.ГЕ.2.4.1. Објашњава историјскогеографске факторе и процењује њихов утицај на друштвене и економске токове у Републици Србији и земљама у окружењу.</p> <p>2.ГЕ.2.4.2. Описује факторе који утичу на неравномеран регионални развој у Републици Србији и предлаже решења за ублажавање тих разлика.</p> <p>2.ГЕ.2.4.3. Објашњава трансформације регија на националном нивоу и препознаје правце њиховог даљег развоја.</p> <p>2.ГЕ.2.4.4. Описује природна и културна добра локалне средине, Републике Србије и учествује у акцијама за њихову заштиту и унапређивање.</p>
	напредни	<p>2.ГЕ.3.4.1. Анализира утицај географских веза (просторне и каузалне, директне и индиректне) и законитости (опште и посебне) на постанак и размештај природних и културних добара у Републици Србији.</p> <p>2.ГЕ.3.4.2. Анализира географске факторе и њихов утицај на развој регионалних целина на глобалном нивоу.</p> <p>2.ГЕ.3.4.3. Објашњава трансформације регија на глобалном нивоу и познаје правце њиховог даљег развоја.</p> <p>2.ГЕ.3.4.4. Описује геодиверзитет, биодиверзитет и заштићена подручја у Републици Србији.</p>

Извор: Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2015

Прилог 2: Почетни упитник (истраживање са студентима географије)



ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТАМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО



ПОЧЕТНИ УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ

Поштоване колегинице и колеге,

Пред Вама је упитник који је део истраживања у сврху израде докторске дисертације „*Могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије*“ кандидата Стојшић Ивана. Упитник је осмишљен ради истраживања спремности студената да наставу огранизују применом мобилних уређаја и апликација и ради утврђивања става о образовним могућностима коришћења технологија проширене и виртуелне реалности у настави географије.

Ваши искрени одговори су најбитнији како би истраживање било успешно. Резултати истраживања ће бити употребљени у сврху израде докторске дисертације.

Упитник попуњавате тако што упишете X испред одговарајућег понуђеног одговора, тако што заокружите један од понуђених одговора, или тако што допишете тражене податке.

Број индекса: _____ (уписати број индекса)

Пол: женски мушки

Године старости: _____ (уписати број година)

Ниво студија: основне мастер

Да ли поседујете наведене мобилне уређаје?

	ДА	НЕ
- лаптоп рачунар	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- паметан телефон	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- таблет/iPad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Колико често користите мобилне уређаје за учење предмета које похађате на факултету?

- лаптоп рачунар

никад ретко понекад често увек

- паметан телефон

никад ретко понекад често увек

- таблет/iPad

никад ретко понекад често увек

Колико често користите образовне ресурсе доступне на интернету (wiki, онлајн курсеве, вебинаре, видео туторијале, електронске књиге, научне чланке и слично)?

никад ретко понекад често увек

Колико често користите образовне апликације за мобилне уређаје?

никад ретко понекад често увек

Колико често учите заједно са колегама?

никад ретко понекад често увек

Колико често размењујете информације и ресурсе за учење са колегама?

никад ретко понекад често увек

Оцените од 1 (неразвијене) до 10 (у потпуности развијене) колико су развијене Ваше дигиталне компетенције (способност да самоуверено, критички и креативно користите информационо-комуникационе технологије у приватном животу, школовању и будућем раду)?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Према Вашем мишљењу да ли коришћење информационо-комуникационих технологија у настави има утицај на учење (лакше разумевање и савладавање градива, повећање мотивисаности ученика и занимљивости наставних садржаја)?

утиче негативно уопште нема утицаја понекад има позитиван утицај
 углавном позитивно утиче увек има позитиван утицај

Колико често планирате да користите информационо-комуникационе технологије у Вашој будућој наставној пракси (уколико би у школи постојала потребна ИКТ опрема)?

никад ретко понекад често увек

Колико често планирате да користите сопствене мобилне уређаје у Вашој будућој наставној пракси (уколико у школи не постоји потребна ИКТ опрема)?

никад ретко понекад често увек

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – уопште се не слажем; 2 – не слажем се; 3 – неутралан/а сам (не знам); 4 – слажем се; и 5 – у потпуности се слажем.

1. Знам за бројне мобилне апликације које могу да се користе за учење географских наставних садржаја.	1	2	3	4	5
2. Мобилним уређајима није место у учионици.	1	2	3	4	5
3. Паметан телефон је савремено наставно средство.	1	2	3	4	5

4. Мобилни уређаји стварају могућност да се учи било где и било када.	1	2	3	4	5
5. Примери добре праксе примене мобилних уређаја у настави географије могу унапредити мој будућу рад.	1	2	3	4	5
6. Могуће је стицати нова знања и вештине коришћењем одговарајућих образовних мобилних апликација.	1	2	3	4	5
7. Паметан мобилни телефон може бити користан алат за учење.	1	2	3	4	5
8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација.	1	2	3	4	5
9. Увођењем таблета и паметних мобилних телефона само се беспотребно компликује наставни процес.	1	2	3	4	5
10. Мобилни уређаји могу унапредити настави процес.	1	2	3	4	5
11. Ученици не би требало да доносе своје мобилне телефоне у школу.	1	2	3	4	5
12. Злоупотреба мобилних телефона на часовима је масовна појава.	1	2	3	4	5
13. Употреба мобилних телефона на часу само одвлачи пажњу ученицима.	1	2	3	4	5
14. Ученици не знају да користе мобилне уређаје за учење.	1	2	3	4	5
15. Наставници не знају да користе мобилне уређаје у настави.	1	2	3	4	5
16. Не постоји довољно добрих апликација које би оправдале употребу мобилних телефона на часовима географије.	1	2	3	4	5
17. Мобилни уређаји се тешко интегришу у наставни процес.	1	2	3	4	5
18. Упознат/а сам са предностима и недостацима примене мобилних уређаја у процесу образовања.	1	2	3	4	5
19. Користио/ла бих мобилне уређаје у својој наставној пракси.	1	2	3	4	5
20. Мобилни уређаји олакшавају комуникацију и дистрибуцију информација што је у настави битно.	1	2	3	4	5
21. Прописи не дозвољавају употребу мобилних уређаја у процесу наставе.	1	2	3	4	5
22. Применом мобилних апликација настава постаје занимљивија ученицима.	1	2	3	4	5
23. Ученици треба да доносе своје мобилне уређаје у школу и да их користе на часовима.	1	2	3	4	5

Колико сте упознати са технологијом и могућностима коришћења проширене реалности (AR - Augmented Reality) у образовању?

1 2 3 4 5

не знам ништа о томе

упознат/а сам у потпуности

Колико AR апликација имате на мобилним уређајима (телефону или таблети)?

без апликација једну две три четири и више

Колико често користите садржаје који примењују технологију проширене реалности?

никад ретко (пар пута у току године) понекад (пар пута у току месеца)
 често (више пута у току недеље) свакодневно

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – уопште се не слажем; 2 – не слажем се; 3 – неутралан/а сам (не знам); 4 – слажем се; и 5 – у потпуности се слажем.

1. Проширена реалност је корисна за визуелизацију објеката, појава и процеса који нису лако доступни за непосредно посматрање, или су опасни за изучавање.	1	2	3	4	5
2. Постоје значајни бенефити од коришћења проширене реалности у настави и учењу.	1	2	3	4	5
3. Технологија проширене реалности је корисна у образовању јер омогућава да наставни садржаји „оживе“.	1	2	3	4	5
4. Проширену реалност је боље користити за забаву него у образовању.	1	2	3	4	5
5. Додавање интерактивних 3Д модела, фотографија, видео материјала и других садржаја у уџбенике и наставне материјале путем проширене реалности може да олакша учење.	1	2	3	4	5
6. Не постоје едукативни AR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	1	2	3	4	5
7. Постоје много ефикасније образовне технологије које могу да се користе у настави и учењу географије од проширене реалности.	1	2	3	4	5
8. Проширена реалност може успешно да се интегрише и да унапреди наставна средства која се већ користе у настави.	1	2	3	4	5
9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави.	1	2	3	4	5
10. Технологија проширене реалности је скупа и компликована за коришћење у образовању.	1	2	3	4	5
11. Апликације за проширену реалност могу да се користе на теренском раду и наставним екскурзијама.	1	2	3	4	5
12. Применом AR апликација настава постаје занимљивија ученицима.	1	2	3	4	5

Колико сте упознати са технологијом и могућностима коришћења виртуелне реалности (VR - Virtual Reality) у образовању?

1 2 3 4 5

не знам ништа о томе

упознат/а сам у потпуности

Да ли сте икада користили наведене уређаје за виртуелну реалност?

	ДА	НЕ
- Oculus Rift	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- HTC Vive	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- PlayStation VR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Samsung Gear VR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Google Cardboard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Google Daydream	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Колико често користите едукативне 3Д видео игре, симулације (или симулаторе) и виртуелне светове (на пример Second Life) за стицање нових знања и вештина?

- никад ретко (пар пута у току године) понекад (пар пута у току месеца)
 често (више пута у току недеље) свакодневно

Колико често користите садржаје који примењују технологију виртуелне реалности?

- никад ретко (пар пута у току године) понекад (пар пута у току месеца)
 често (више пута у току недеље) свакодневно

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: **1** – уопште се не слажем; **2** – не слажем се; **3** – неутралан/а сам (не знам); **4** – слажем се; и **5** – у потпуности се слажем.

1. Виртуелна реалност је корисна за визуелизацију простора, објеката, појава и процеса који нису доступни ученицима за непосредно посматрање.	1	2	3	4	5
2. Не постоје стварни бенефити од коришћења технологије виртуелне реалности за стицање нових знања и вештина.	1	2	3	4	5
3. Виртуелна реалност је корисна за повећање очигледности наставних садржаја.	1	2	3	4	5
4. Технологија виртуелне реалности има знатан образовни потенцијал.	1	2	3	4	5
5. Технологија виртуелне реалности има значајан мотивациони потенцијал.	1	2	3	4	5
6. Постоје много ефикаснија наставна средства и образовне технологије које могу да се користе у настави географије од апликација за виртуелну реалност.	1	2	3	4	5
7. Виртуелна реалност не може успешно и лако да се интегрише у наставни процес.	1	2	3	4	5

8. Виртуелна реалност је скупа да би се користила у образовању.	1	2	3	4	5
9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави географије.	1	2	3	4	5
10. Виртуелна реалност није погодна за учење географије.	1	2	3	4	5
11. Постоје бројни едукативни VR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	1	2	3	4	5
12. Коришћење апликација за виртуелну реалност је компликовано.	1	2	3	4	5

Уколико имате коментар, слободно га оставите овде:

Проверите да ли сте све попунили.

Хвала пуно на сарадњи!

Напомена: Електронска верзија упитника је била истоветна папирној.

Прилог 3: Завршни упитник (истраживање са студентима географије)



ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО



ЗАВРШНИ УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ

Поштоване колегинице и колеге,

Пред Вама је завршни упитник који је део истраживања у сврху израде докторске дисертације „Могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије“ кандидата Стојшић Ивана. Упитник је осмишљен ради истраживања спремности студената да наставу огранизују применом мобилних уређаја и апликација и ради утврђивања става о могућностима коришћења технологија проширене и виртуелне реалности у настави географије.

Ваши искрени одговори су најбитнији како би истраживање било успешно. Резултати истраживања ће бити употребљени у сврху израде докторске дисертације.

Упитник попуњавате тако што упишете X испред одговарајућег понуђеног одговора, тако што заокружите један од понуђених одговора, или тако што упишете одговор.

Број индекса: _____ (уписати број индекса)

Пол: женски мушки

Године старости: _____ (уписати број година)

Ниво студија: основне мастер

Да ли сте попунили почетни упитник: да не

Самоевалуација: За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – *уопште се не слажем*; 2 – *не слажем се*; 3 – *неутралан/а сам (не знам)*; 4 – *слажем се*; и 5 – *у потпуности се слажем*.

1. Упознат/а сам са могућностима и примерима примене мобилних уређаја (лаптоп рачунара, таблета, мобилних телефона) у наставном процесу.	1	2	3	4	5
2. Упознат/а сам са применом QR кодова у образовању и знам да их направим.	1	2	3	4	5
3. Упознат/а сам са различитим AR апликацијама које се могу користити у настави (или за самостално учење) географије.	1	2	3	4	5
4. Знам како да употребим платформу/апликацију Aurasma за креирање образовних искустава са проширеном стварношћу.	1	2	3	4	5
5. Знам шта је Google Cardboard.	1	2	3	4	5

6. Упознат/а сам са различитим могућностима примене виртуелне реалности у образовању и настави/учењу географије.	1	2	3	4	5
7. Упознат/а сам са начинима на које могу да извршим евалуацију едукативних мобилних, AR и VR апликација.	1	2	3	4	5

Према Вашем мишљењу да ли коришћење информационо-комуникационих технологија у настави има утицај на учење (лакше разумевање и савладавање градива, повећање мотивисаности ученика и занимљивости наставних садржаја)?

- утиче негативно уопште нема утицаја понекад има позитиван утицај
 углавном позитивно утиче увек има позитиван утицај

Колико често планирате да користите информационо-комуникационе технологије у Вашој будућој наставној пракси (уколико би у школи постојала потребна ИКТ опрема)?

- никад ретко понекад често увек

Колико често планирате да користите сопствене мобилне уређаје у Вашој будућој наставној пракси (уколико у школи не постоји потребна ИКТ опрема)?

- никад ретко понекад често увек

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: **1** – уопште се не слажем; **2** – не слажем се; **3** – неутралан/а сам (не знам); **4** – слажем се; и **5** – у потпуности се слажем.

1. Знам за бројне мобилне апликације које могу да се користе за учење географских наставних садржаја.	1	2	3	4	5
2. Мобилним уређајима није место у учионици.	1	2	3	4	5
3. Паметан телефон је савремено наставно средство.	1	2	3	4	5
4. Мобилни уређаји стварају могућност да се учи било где и било када.	1	2	3	4	5
5. Примери добре праксе примене мобилних уређаја у настави географије могу унапредити мој будућу рад.	1	2	3	4	5
6. Могуће је стицати нова знања и вештине коришћењем одговарајућих образовних мобилних апликација.	1	2	3	4	5
7. Паметан мобилни телефон може бити користан алат за учење.	1	2	3	4	5
8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација.	1	2	3	4	5
9. Увођењем таблета и паметних мобилних телефона само се беспотребно компликује наставни процес.	1	2	3	4	5
10. Мобилни уређаји могу унапредити настави процес.	1	2	3	4	5
11. Ученици не би требало да доносе своје мобилне телефоне у школу.	1	2	3	4	5
12. Злоупотреба мобилних телефона на часовима је масовна појава.	1	2	3	4	5

13. Употреба мобилних телефона на часу само одвлачи пажњу ученицима.	1	2	3	4	5
14. Ученици не знају да користе мобилне уређаје за учење.	1	2	3	4	5
15. Наставници не знају да користе мобилне уређаје у настави.	1	2	3	4	5
16. Не постоји довољно добрих апликација које би оправдале употребу мобилних телефона на часовима географије.	1	2	3	4	5
17. Мобилни уређаји се тешко интегришу у наставни процес.	1	2	3	4	5
18. Упознат/а сам са предностима и недостацима примене мобилних уређаја у процесу образовања.	1	2	3	4	5
19. Користио/ла бих мобилне уређаје у својој наставној пракси.	1	2	3	4	5
20. Мобилни уређаји олакшавају комуникацију и дистрибуцију информација што је у настави битно.	1	2	3	4	5
21. Прописи не дозвољавају употребу мобилних уређаја у процесу наставе.	1	2	3	4	5
22. Применом мобилних апликација настава постаје занимљивија ученицима.	1	2	3	4	5
23. Ученици треба да доносе своје мобилне уређаје у школу и да их користе на часовима.	1	2	3	4	5

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: **1** – уопште се не слажем; **2** – не слажем се; **3** – неутралан/а сам (не знам); **4** – слажем се; и **5** – у потпуности се слажем.

1. Проширена реалност је корисна за визуелизацију објеката, појава и процеса који нису лако доступни за непосредно посматрање, или су опасни за изучавање.	1	2	3	4	5
2. Постоје значајни бенефити од коришћења проширене реалности у настави и учењу.	1	2	3	4	5
3. Технологија проширене реалности је корисна у образовању јер омогућава да наставни садржаји „оживе“.	1	2	3	4	5
4. Проширену реалност је боље користити за забаву него у образовању.	1	2	3	4	5
5. Додавање интерактивних 3Д модела, фотографија, видео материјала и других садржаја у уџбенике и наставне материјале путем проширене реалности може да олакша учење.	1	2	3	4	5
6. Не постоје едукативни AR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	1	2	3	4	5
7. Постоје много ефикасније образовне технологије које могу да се користе у настави и учењу географије од проширене реалности.	1	2	3	4	5
8. Проширена реалност може успешно да се integriше и да унапреди наставна средства која се већ користе у настави.	1	2	3	4	5
9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави.	1	2	3	4	5

10. Технологија проширене реалности је скупа и компликована за коришћење у образовању.	1	2	3	4	5
11. Апликације за проширену реалност могу да се користе на теренском раду и наставним екскурзијама.	1	2	3	4	5
12. Применом AR апликација настава постаје занимљивија ученицима.	1	2	3	4	5

Оцените од 1 (нема) до 10 (изузетно велики) колики је према Вашем мишљењу потенцијал технологије проширене реалности у образовању и настави и учењу географије (на пример: у уџбеницима, радним свескама, картама, немим картама, постерима, тестовима, као и на терену за приказ додатних садржаја о простору и објектима који се посматрају).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Уколико би постајале AR апликације урађене за факултетске уџбенике да ли бисте их користили при учењу?

да не не знам

Оцените тренутне могућности примене технологије проширене реалности (стварности) и AR апликација при обради/учењу:

- картографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- математичкогеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- физичкогеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- друштвеногеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- регионалногеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

Према Вашем мишљењу да ли постоје географски наставни садржаји (на нивоу основног и средњег образовања) при чијој обради/учењу би коришћење технологије проширене реалности било посебно значајно како би садржаји постали непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање? Уколико постоје наведите примере.

Да ли према Вашем мишљењу постоје могућности примене технологије проширене реалности у факултетском образовању? Уколико мислите да могућности за примену постоје наведите како би ова технологију могла да се користи тако да унапреди учење/наставу (размислите о предметима/наставним садржајима који су Вам били тешки за разумевање и како би употреба проширене реалности могла да помогне).

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: **1** – уопште се не слажем; **2** – не слажем се; **3** – неутралан/а сам (не знам); **4** – слажем се; и **5** – у потпуности се слажем.

1. Виртуелна реалност је корисна за визуелизацију простора, објеката, појава и процеса који нису доступни ученицима за непосредно посматрање.	1	2	3	4	5
2. Не постоје стварни бенефити од коришћења технологије виртуелне реалности за стицање нових знања и вештина.	1	2	3	4	5
3. Виртуелна реалност је корисна за повећање очигледности наставних садржаја.	1	2	3	4	5
4. Технологија виртуелне реалности има знатан образовни потенцијал.	1	2	3	4	5
5. Технологија виртуелне реалности има значајан мотивациони потенцијал.	1	2	3	4	5
6. Постоје много ефикаснија наставна средства и образовне технологије које могу да се користе у настави географије од апликација за виртуелну реалност.	1	2	3	4	5
7. Виртуелна реалност не може успешно и лако да се интегрише у наставни процес.	1	2	3	4	5
8. Виртуелна реалност је скупа да би се користила у образовању.	1	2	3	4	5

9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави географије.	1	2	3	4	5
10. Виртуелна реалност није погодна за учење географије.	1	2	3	4	5
11. Постоје бројни едукативни VR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	1	2	3	4	5
12. Коришћење апликација за виртуелну реалност је компликовано.	1	2	3	4	5

Оцените од 1 (нема) до 10 (изузетно велики) колики је према Вашем мишљењу потенцијал технологије виртуелне реалности у образовању и настави и учењу географије.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Уколико поседујете или бисте поседовали одговарајући мобилни телефон да ли бисте користили Google Cardboard/Samsung Gear VR/Google Daydream и одговарајуће апликација при учењу?

да не не знам

Оцените тренутне могућности примене технологије виртуелне реалности (стварности) и VR апликација при обради/учењу:

- картографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- математичкогеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- физичкогеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- друштвеногеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

- регионалногеографских садржаја

без могућности мале/недовољне ограничене задовољавајуће изузетне могућности

Према Вашем мишљењу да ли постоје географски наставни садржаји (на нивоу основног и средњег образовања) при чијој обради би коришћење технологије виртуелне реалности било посебно значајно како би садржаји постали непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање? Уколико постоје наведите примере.

Да ли према Вашем мишљењу постоје могућности примене технологије виртуелне реалности у факултетском образовању? Уколико мислите да могућности за примену постоје наведите како би ова технологију могла да се користи тако да унапреди учење/наставу (размислите о предметима/наставним садржајима који су Вам били тешки за разумевање и како би употреба виртуелне реалности могла да помогне).

Уколико имате коментар, слободно га оставите овде:

Проверите да ли сте све попунили.

Хвала пуно на сарадњи!

Напомена: Електронска верзија упитника је била истоветна папирној.

Прилог 4: Упитник за наставнике географије

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО

Поштоване колегинице и колеге,

Пред Вама је упитник који је део истраживања у сврху израде докторске дисертације „*Могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије*“ кандидата Стојшић Ивана. Упитник је осмишљен ради сагледавања могућности примене мобилних уређаја и технологија проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије и става наставника о овим образовним технологијама.

Презентацију која прати овај упитник можете да погледате на: <https://sites.google.com/view/vrgeonastava>

Ваши искрени одговори су најбитнији како би истраживање било успешно. Резултати истраживања ће бити употребљени у сврху израде докторске дисертације.

Упитник попуњавате тако што на неки начин истакнете одабран понуђен одговор (употребом болда, боје или слично) или тако што упишете одговор.

Пол: а) женски б) мушки

Године старости: _____ (уписати број година)

Године радног искуства: _____ (уписати број година)

Запослени сте у: а) основној школи б) средњој школи в) и у основној и у средњој школи

Школа у којој сте запослени се налази у: а) сеоској средини б) градској средини в) радим у школама које се налазе и у сеоској и у градској средини

Школа је: а) државна б) приватна

Да ли у школи у којој сте запослени имате приступ:

- дигиталној учионици у којој ученици имају приступ рачунару/таблету а) да б) не
- рачунару у кабинету/учионици за географију а) да б) не
- интернету у кабинету/учионици за географију а) да б) не

Да ли поседујете наведене мобилне уређаје?

- лаптоп рачунар а) да б) не
- паметан телефон а) да б) не
- таблет/iPad а) да б) не

Оцените од 1 (неразвијене) до 10 (у потпуности развијене) колико су развијене Ваше дигиталне компетенције (способност да самоуверено, критички и креативно користите информационо-комуникационе технологије у настави)?

_____ (уписати одговор, од 1 до 10)

Да ли је коришћење мобилних уређаја (паметан мобилни телефон/таблет) на часовима забрањено прописима школе у којој сте запослени?

а) да б) не в) није регулисано г) _____

За свако питање изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – никад; 2 – ретко (бар једном у полугодишту); 3 – понекад (бар једном месечно); 4 – често (сваке недеље); и 5 – увек.

Колико често:					
- користите ресурсе и алате доступне на интернету за професионални развој и припрему часова?	1	2	3	4	5
- користите информационо-комуникационе технологије доступне у школи у Вашој наставној пракси?	1	2	3	4	5
- дозвољавате ученицима да користе мобилне уређаје (на пример паметне мобилне телефоне) као алате за учење на часовима?	1	2	3	4	5
- користите сопствене мобилне уређаје у Вашој наставној пракси?	1	2	3	4	5

Према Вашем мишљењу да ли коришћење информационо-комуникационих технологија у настави има утицаја на учење (лакше разумевање и савладавање градива, повећање мотивисаности ученика и занимљивости наставних садржаја)?

- а) утиче негативно б) уопште нема утицаја в) понекад има позитиван утицај
г) углавном позитивно утиче д) увек има позитиван утицај

Колико често организујете наставу тако да ученици користе своје мобилне уређаје (паметан мобилни телефон, таблет или лаптоп)?

- а) никад б) ретко (једном у полугодишту) в) понекад (једном месечно)
г) често (сваке недеље)

Колико често задајете домаће задатке или групне пројекте који захтевају од ученика да код куће користе алате и апликације за рачунаре/мобилне уређаје и интернет?

- а) никад б) ретко (једном у полугодишту) в) понекад (једном месечно)
г) често (сваке недеље)

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – уопште се не слажем; 2 – не слажем се; 3 – неутралан/а сам; 4 – слажем се; и 5 – у потпуности се слажем.

1. Паметан мобилни телефон је савремено наставно средство.	1	2	3	4	5
2. Упознат/а сам са бројним мобилним апликацијама и онлајн алатима које могу користити у настави географије.	1	2	3	4	5
3. Мобилним уређајима није место у учионици.	1	2	3	4	5
4. Мобилни уређаји стварају могућност да се учи било где и било када.	1	2	3	4	5
5. Примери добре праксе примене мобилних уређаја у настави географије могу унапредити мој рад.	1	2	3	4	5
6. Увођењем таблета и паметних мобилних телефона само се беспотребно компликује наставни процес.	1	2	3	4	5
7. Ученици могу стицати нова географска знања и вештине коришћењем одговарајућих образовних мобилних апликација.	1	2	3	4	5

8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација и онлајн алата.	1	2	3	4	5
9. Употреба паметних мобилних телефона на часовима само одвлачи пажњу ученицима од наставних садржаја.	1	2	3	4	5
10. Паметан мобилни телефон и таблет су алати за учење.	1	2	3	4	5
11. Не познајем довољно могућности мобилних уређаја и апликација да би их користио/ла у настави.	1	2	3	4	5
12. Не постоји довољно добрих апликација и онлајн садржаја који би оправдали употребу паметних мобилних телефона/таблета на часовима географије.	1	2	3	4	5
13. Мобилни уређаји могу унапредити настави процес.	1	2	3	4	5
14. Упознат/а сам са предностима и недостацима примене мобилних уређаја у процесу образовања.	1	2	3	4	5
15. Мобилни уређаји се тешко интегришу у наставни процес.	1	2	3	4	5
16. Коришћењем мобилних уређаја олакшава се комуникација и дистрибуција информација што је у настави битно.	1	2	3	4	5
17. Успешно користим мобилне уређаје у својој наставној пракси.	1	2	3	4	5
18. Ученици не знају да користе мобилне уређаје за учење.	1	2	3	4	5
19. Применом мобилних апликација настава географије постаје занимљивија ученицима.	1	2	3	4	5
20. Ученици треба да доносе своје мобилне уређаје у школу и да их користе на часовима географије.	1	2	3	4	5

Уколико имате коментар или примере из сопствене праксе у вези са применом мобилних уређаја, образовних апликација и онлајн алата у настави оставите их овде:

ПИТАЊА О ПРОШИРЕНОЈ РЕАЛНОСТИ

Колико сте били упознати са могућностима примене проширене реалности у настави/учењу географије пре погледане презентације (распон одговора од 1 – нисам знао/ла ништа о томе до 5 - био/ла сам упознат/а у потпуности)?

_____ (уписати одговор, од 1 до 5)

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – уопште се не слажем; 2 – не слажем се; 3 – неутралан/а сам; 4 – слажем се; и 5 – у потпуности се слажем.

1. Проширена реалност је корисна за визуелизацију објеката, појава и процеса који нису лако доступни за непосредно посматрање.	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

2. Ученици поседују одговарајуће мобилне уређаје који се могу користити у настави са технологијом проширене реалности.	1	2	3	4	5
3. Проширену реалност је боље не користити у образовању.	1	2	3	4	5
4. Ученици могу самостално да креирају едукативне садржаје са проширеном реалности (на пример кроз пројектну наставу) и на тај начин унапређују своје дигиталне компетенције и знање географије.	1	2	3	4	5
5. Школа у којој радим не поседује одговарајућу опрему и услове за коришћење ове технологије у настави.	1	2	3	4	5
6. Не постоји довољно добрих апликација и садржаја са технологијом проширене реалности који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	1	2	3	4	5
7. Додавање аугментованих интерактивних 3Д модела, фотографија, видео материјала и других садржаја у уџбенике и друге наставне материјале може да олакша учење географије.	1	2	3	4	5
8. Уз додатну едукацију могао/ла бих да успешно организујем час са апликацијама за проширену реалност и мобилним уређајима.	1	2	3	4	5
9. Технологија проширене реалности је скупа и компликована за коришћење да би имала примену у настави географије у нашој земљи.	1	2	3	4	5
10. Проширена реалност може успешно да се интегрише и да унапреди наставна средства која се већ користе у настави географије.	1	2	3	4	5
11. Постоје ефикасније образовне технологије које могу да се користе у настави и учењу географије од проширене реалности.	1	2	3	4	5
12. Апликације за проширену реалност могу да се примене за активности ученика на теренском раду и наставним екскурзијама.	1	2	3	4	5

После погледане презентације оцените од 1 (нема) до 10 (изузетно велики) колики је према Вашем мишљењу потенцијал примене проширене реалности у настави и учењу географије (на пример: у уџбеницима, радним свескама, картама, немим картама, постерима, тестовима, као и на терену за приказ додатних садржаја о простору и објектима који се посматрају)?

_____ (уписати одговор, од 1 до 10)

Оцените тренутне могућности примене технологије проширене реалности при обради/учењу:

- **картографских и ГИС садржаја**

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- **математичкогеографских садржаја**

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- физичкогеографских садржаја

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- друштвеногеографских садржаја

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- регионалногеографских садржаја

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

На основу Вашег искуства који наставни садржаји (наставне теме и јединице) су посебно тешко разумљиви ученицима и да ли би коришћење проширене реалности било корисно да ти садржаји постану очигледнији и једноставнији за разумевање?

Уколико имате коментар или примере из сопствене праксе у вези са применом проширене реалности у настави оставите их овде:

ПИТАЊА О ВИРТУЕЛНОЈ РЕАЛНОСТИ

Колико сте били упознати са могућностима примене просторно неимерзивне виртуелне реалности у настави/учењу географије пре погледане презентације (распон одговора од 1 – нисам знао/ла ништа о томе до 5 - био/ла сам упознат/а у потпуности)?

_____ (уписати одговор, од 1 до 5)

Колико сте били упознати са могућностима примене имерзивне виртуелне реалности у настави/учењу географије пре погледане презентације (распон одговора од 1 – нисам знао/ла ништа о томе до 5 - био/ла сам упознат/а у потпуности)?

_____ (уписати одговор, од 1 до 5)

За сваку тврдњу изаберите одговор који најбоље представља Ваш степен слагања.

Распон одговора: 1 – уопште се не слажем; 2 – не слажем се; 3 – неутралан/а сам; 4 – слажем се; и 5 – у потпуности се слажем.

1. Виртуелна реалност је корисна за визуелизацију простора, објеката, појава и процеса који нису доступни ученицима за непосредно посматрање.	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

2. Имерзивна виртуелна реалност не може успешно и лако да се интегрише у наставни процес.	1	2	3	4	5
3. Упознат/а сам са бројним едукативним садржајима и VR апликацијама које се могу користити у настави или за самостално учење географије.	1	2	3	4	5
4. Виртуелна реалност је корисна за повећање очигледности географских наставних садржаја.	1	2	3	4	5
5. Виртуелна реалност није погодна за наставу и учење географије, постоје много ефикаснија наставна средства.	1	2	3	4	5
6. Школа у којој радим не поседује одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави географије.	1	2	3	4	5
7. Неимерзивна виртуелна реалност (3Д игре, симулације и виртуелни светови), за чију је имплементацију потребан само раучнар, има значајан мотивациони и образовни потенцијал у настави географије.	1	2	3	4	5
8. Не постоје стварни образовни бенефити од коришћења технологије виртуелне реалности за стицање знања и географских вештина.	1	2	3	4	5
9. Успешно примењујем неимерзивну виртуелну реалност (3Д игре, симулације и виртуелни светови) у својој наставној пракси.	1	2	3	4	5
10. Имерзивне виртуелне екскурзије могу значајно олакшати наставу и учење географије.	1	2	3	4	5
11. Имерзивна виртуелна реалност је скупа и недовољно истражена у настави и не би требало да се користи у образовању.	1	2	3	4	5
12. Уз додатну едукацију могао/ла бих да успешно организујем час са уређајима за имерзивну виртуелну реалност.	1	2	3	4	5

После погледане презентације оцените од 1 (нема) до 10 (изузетно велики) колики је према Вашем мишљењу потенцијал примене виртуелне реалности у настави и учењу географије (на пример: виртуелне експедиције, 360° видео материјали и панораме, имерзивне географске игре и виртуелни светови - Minecraft)?

_____ (уписати одговор, од 1 до 10)

Уколико бисте имали на располагању одговарајућу опрему и уређаје за имерзивну виртуелну реалност да ли бисте их користили у настави?

а) да б) не в) не знам г) _____

Оцените тренутне могућности примене виртуелне реалности при обради/учењу:

- *картографских и ГИС садржаја*

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- *математичкогеографских садржаја*

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- физичкогеографских садржаја

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- друштвеногеографских садржаја

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

- регионалногеографских садржаја

а) без могућности б) мале/недовољне в) ограничене г) задовољавајуће д) изузетне могућности

Које наставне садржаје да сте у прилици би посебно реализовали кроз теренски рад и наставне екскурзије? Према Вашем мишљењу колико виртуелне посете са уређајима за имерзивну виртуелну реалност могу да помогну да географски наставни садржаји постану непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање?

Уколико имате коментар или примере из сопствене праксе у вези са применом виртуелне реалности у настави оставите их овде:

Проверите да ли сте све попунили.

Хвала пуно на сарадњи!

Напомена: Електронска верзија упитника је била истоветна верзији у Word-у и папирној.

Прилог 5: Изглед потврде



ДГТХ

ПОТВРДА

да је

запослен/а у

учествовао/ла у истраживању под називом „*Могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије*“ у сврху израде докторске дисертације кандидата Ивана Стојшића.

Потпис ментора

Проф. др Анђелија Ивков-Цигурски

Датум: 31.01.2018.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ | ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО
Трг Доситеја Обрадовића 3, 21000 Нови Сад, Србија
Телефон: (021) 45.01.04; 45.01.05 | Факс: (021) 45.96.96
office@dgt.uns.ac.rs | www.dgt.uns.ac.rs

Прилог 6: Задаци за студенте



Могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу
географије - задаци

Задатак 1 – Могућности паметних телефона и других мобилних уређаја

- Размислите шта све паметан телефон и други мобилни уређаји могу да ураде и какав је њихов утицај на образовање. Које све уређаје мобилне апликације могу да замене?

Одговор напишите на Padlet-у или на самолепљивом листићу.

Линк Padlet-а:

Задатак 2 – Прављење QR кода

Идите на: <http://www.qrstuff.com>

Пратите кораке приказане на презентацији.

Уколико желите да поделите QR код који сте направили поставите га на:

Преузмите апликацију за скенирање QR кодова на Google Play-у или App Store-у.

Задатак 3 – Проширена реалност са Aurasma платформом

Идите на: <https://studio.aurasma.com>

Username:

Password:

Пратите кораке приказане на презентацији.

Преузмите апликацију Aurasma на Google Play-у или App Store-у.



Пријавите се са добијеним именом и лозинком.

Задатак 4 – Виртуелна реалност са Google Cardboard-ом

Проверите да ли ваш телефон подржава Google Cardboard:

Погледајте листу доступних експедиција (путем апликације Expeditions):

Преузмите апликацију Cardboard на Google Play-у или App Store-у.



Преузмите апликацију Expeditions на Google Play-у или App Store-у.

**Коментари и евалуација**

Уколико имате коментар или питање оставите га на овом Padlet-у:

Оцените презентацију и задатке:

- <http://bit.ly/2mwA3sv>



или на самолепљивом листићу нацртајте један од предложених симбола.



За сва додатна питања и информације у вези са применом технологија проширене и виртуелне реалности у образовању можете слободно да ми пошаљите мејл на: ivan.stojisic@yahoo.com.

Хвала пуно на сарадњи!

Напомена: Поједини линкови су уклоњени из Прилога 6 како би се очувала приватност студената који су учествовали у истраживању, док су други уклоњени јер нису више у функцији.

Прилог 7: Тест са QR кодом

ОПШТА ПИТАЊА¹

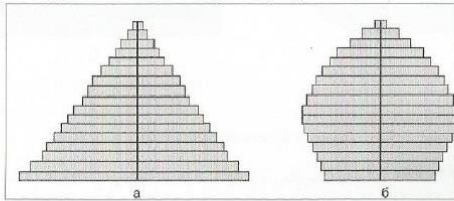
1. Допуните реченицу:

Тип речног ушћа у море или језеро при коме се река рачва у више рукаваца и таложи велику количину наноса назива се _____.

2. Допуните реченицу:

Графички приказ старосно-полне структуре становништва назива се _____.

Заокружи слово испред графичког приказа који одговара стању у Африци.



3. Заокружи тачан одговор:

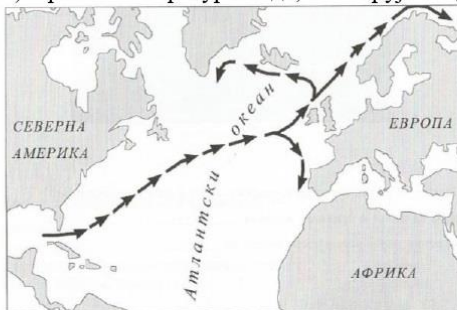
Цунами, највећи морски талас, настаје услед:

- а) глобалног отоњавања б) земљотреса в) обилних киша г) јаких олујних ветрова

4. Посматрајући приложену слику, допуните реченице:

а) Стрелице на слици представљају _____ струју.

б) Према температури воде, ова струја спада у _____ морску струју.



5. Које врсте стена се таложе у морским и језерским басенима?

- а) магматске б) метаморфне ц) седиментне

6. Допуните реченицу:

Број живорођених на 1.000 становника назива се _____ наталитета;

Јединица којом се изражава је _____, а ознака за ту јединицу је _____.

¹ Питања су преузета из: Милановић, А., Милошевић, М. и Миловојевић, М. (2008). Збирка задатака са такмичења из географије за 7. и 8. разред основне школе, Београд: Завод за уџбенике.

Прилог 8: AR тест

ОПШТА ПИТАЊА¹

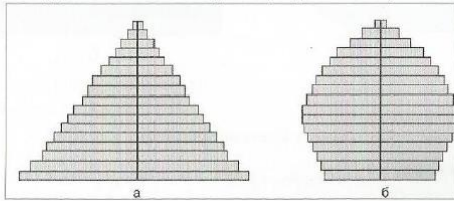
1. Допуните реченицу:

Тип речног ушћа у море или језеро при коме се река рачва у више рукаваца и таложи велику количину наноса назива се _____.

2. Допуните реченицу:

Графички приказ старосно-полне структуре становништва назива се _____.

Заокружи слово испред графичког приказа који одговара стању у Африци.



3. Заокружи тачан одговор:

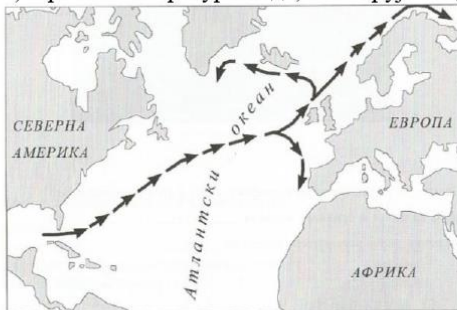
Цунами, највећи морски талас, настаје услед:

- а) глобалног отољавања б) земљотреса в) обилних киша г) јаких олујних ветрова

4. Посматрајући приложену слику, допуните реченице:

а) Стрелице на слици представљају _____ струју.

б) Према температури воде, ова струја спада у _____ морску струју.



5. Које врсте стена се таложе у морским и језерским басенима?

- а) магматске б) метаморфне ц) седиментне

6. Допуните реченицу:

Број живорођених на 1.000 становника назива се _____ наталитета;

Јединица којом се изражава је _____, а ознака за ту јединицу је _____.

¹ Питања су преузета из: Милановић, А., Милошевић, М. и Миловојевић, М. (2008). *Збирка задатака са такмичења из географије за 7. и 8. разред основне школе*, Београд: Завод за уџбенике.

Прилог 9: Резултати спроведених статистичких анализа и приказ одабраних примарних података

Табела А3. Резултати Вилкоксонових тестова ранга по ставкама скале о спремности студента да примене мобилне уређаје у наставном процесу

Ставке	Упитник	Медијана	Z	p	r
1. Знам за бројне мобилне апликације које могу да се користе за учење географских наставних садржаја.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-2,23	0,026	-0,23
2. Мобилним уређајима није место у учионици.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-2,96	0,003	-0,30
3. Паметан телефон је савремено наставно средство.	почетни	3,00			
	завршни	4,00	-1,65	0,099	-0,17
4. Мобилни уређаји стварају могућност да се учи било где и било када.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,24	0,813	-0,02
5. Примери добре праксе примене мобилних уређаја у настави географије могу унапредити мој будућу рад.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-1,62	0,106	-0,17
6. Могуће је стицати нова знања и вештине коришћењем одговарајућих образовних мобилних апликација.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,90	0,369	-0,09
7. Паметан мобилни телефон може бити користан алат за учење.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-1,43	0,154	-0,15
8. Могу успешно да организујем час коришћењем мобилних апликација.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-2,34	0,019	-0,24
9. Увођењем таблета и паметних мобилних телефона само се беспотребно компликује наставни процес.	почетни	2,50			
	завршни	3,00	-0,07	0,945	-0,01
10. Мобилни уређаји могу унапредити наставни процес.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-1,28	0,201	-0,13
11. Ученици не би требало да доносе своје мобилне телефоне у школу.	почетни	2,00			
	завршни	3,00	-0,91	0,361	-0,09
12. Злоупотреба мобилних телефона на часовима је масовна појава.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,71	0,481	-0,07
13. Употреба мобилних телефона на часу само одвлачи пажњу ученицима.	почетни	4,00			
	завршни	3,00	-2,57	0,010	-0,26
14. Ученици не знају да користе мобилне уређаје за учење.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-1,14	0,255	-0,12
	почетни	3,00	-0,96	0,336	-0,10

15. Наставници не знају да користе мобилне уређаје у настави.	завршни	3,00			
16. Не постоји довољно добрих апликација које би оправдале употребу мобилних телефона на часовима географије.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-1,53	0,126	-0,16
17. Мобилни уређаји се тешко интегришу у наставни процес.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-0,32	0,748	-0,03
18. Упознат/а сам са предностима и недостацима примене мобилних уређаја у процесу образовања.	почетни	3,00			
	завршни	4,00	-1,58	0,115	-0,16
19. Користио/ла бих мобилне уређаје у својој наставној пракси.	почетни	3,00			
	завршни	4,00	-1,69	0,090	-0,17
20. Мобилни уређаји олакшавају комуникацију и дистрибуцију информација што је у настави битно.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-1,44	0,150	-0,15
21. Прописи не дозвољавају употребу мобилних уређаја у процесу наставе.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-2,30	0,021	-0,24
22. Применом мобилних апликација настава постаје занимљивија ученицима.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-2,12	0,034	-0,22
23. Ученици треба да доносе своје мобилне уређаје у школу и да их користе на часовима.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-1,54	0,123	-0,16

Табела А4. Резултати Вилкоксонових тестова ранга по ставкама скале која се односи на став студената о примени технологије проширене реалности у настави географије

Ставке	Упитник	Медијана	Z	p	r
1. Проширена реалност је корисна за визуелизацију објеката, појава и процеса који нису лако доступни за непосредно посматрање, или су опасни за изучавање.	почетни	3,50			
	завршни	4,00	-0,07	0,946	-0,01
2. Постоје значајни бенефити од коришћења проширене реалности у настави и учењу.	почетни	3,00			
	завршни	4,00	-2,46	0,014	-0,25
3. Технологија проширене реалности је корисна у образовању јер омогућава да наставни садржаји „оживе“.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,24	0,809	-0,02
4. Проширену реалност је боље користити за забаву него у образовању.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-1,12	0,264	-0,11
	почетни	4,00	-0,54	0,588	-0,06

5. Додавање интерактивних 3Д модела, фотографија, видео материјала и других садржаја у уџбенике и наставне материјале путем проширене реалности може да олакша учење.	завршни	4,00				
6. Не постоје едукативни AR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	почетни	3,00				
	завршни	2,00	-2,74	0,006	-0,28	
7. Постоје много ефикасније образовне технологије које могу да се користе у настави и учењу географије од проширене реалности.	почетни	3,00				
	завршни	3,00	-3,12	0,002	-0,32	
8. Проширена реалност може успешно да се интегрише и да унапреди наставна средства која се већ користе у настави.	почетни	4,00				
	завршни	4,00	-1,06	0,289	-0,11	
9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави.	почетни	3,00				
	завршни	3,00	-0,33	0,744	-0,03	
10. Технологија проширене реалности је скупа и компликована за коришћење у образовању.	почетни	3,00				
	завршни	3,00	-0,59	0,556	-0,06	
11. Апликације за проширену реалност могу да се користе на теренском раду и наставним екскурзијама.	почетни	4,00				
	завршни	4,00	-2,55	0,011	-0,26	
12. Применом AR апликација настава постаје занимљивија ученицима.	почетни	4,00				
	завршни	4,00	-1,60	0,109	-0,16	

Табела А5. Резултати Вилкоксонових тестова ранга по ставкама скале која се односи на став студената о примени технологије виртуелне реалности у настави географије

Ставке	Упитник	Медијана	Z	p	r
1. Виртуелна реалност је корисна за визуелизацију простора, објеката, појава и процеса који нису доступни ученицима за непосредно посматрање.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-1,44	0,149	-0,15
2. Не постоје стварни бенефити од коришћења технологије виртуелне реалности за стицање нових знања и вештина.	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-0,60	0,545	-0,06
3. Виртуелна реалност је корисна за повећање очигледности наставних садржаја.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,18	0,858	-0,02
4. Технологија виртуелне реалности има знатан образовни потенцијал.	почетни	4,00			
	завршни	4,00	-0,35	0,730	-0,04
5. Технологија виртуелне реалности има значајан мотивациони потенцијал.	почетни	3,50			
	завршни	4,00	-1,64	0,101	-0,17
6. Постоје много ефикаснија наставна средства и образовне	почетни	3,00			
	завршни	3,00	-0,12	0,906	-0,01

технологије које могу да се користе у настави географије од апликација за виртуелну реалност.						
7. Виртуелна реалност не може успешно и лако да се интегрише у наставни процес.	почетни	3,00				
	завршни	3,00	-0,70	0,487	-0,07	
8. Виртуелна реалност је скупа да би се користила у образовању.	почетни	3,00				
	завршни	3,00	-0,41	0,684	-0,04	
9. Образовне институције у нашој земљи не поседују одговарајућу опрему за коришћење ове технологије у настави географије.	почетни	4,00				
	завршни	3,50	-0,08	0,936	-0,01	
10. Виртуелна реалност није погодна за учење географије.	почетни	2,00				
	завршни	2,00	-1,13	0,257	-0,11	
11. Постоје бројни едукативни VR садржаји који се могу користити у настави или за самостално учење географије.	почетни	3,00				
	завршни	3,50	-0,88	0,380	-0,09	
12. Коришћење апликација за виртуелну реалност је компликовано.	почетни	3,00				
	завршни	3,00	-2,28	0,023	-0,23	

Табела А6. Приказ одабраних одговора студената на питање: „Према Вашем мишљењу да ли постоје географски наставни садржаји (на нивоу основног и средњег образовања) при чијој обради/учењу би коришћење технологије проширене реалности било посебно значајно како би садржаји постали непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање?“

Учесници	Одговори
Студент 1	Астрономија, садржаји из регионалне географије
Студент 2	Нисам сигуран, вероватно би регионална географија била лакша за изучавање и разумевање.
Студенти 10, 31, 35, 36 и 37	Физичкогеографски садржаји
Студент 14	О свемиру, ту би било феноменално и занимљиво да деца науче и увиде.
Студент 18	Пре свега при учењу о свемиру, галаксијама и планетама.
Студент 43	Технологија проширене реалности би била корисна ученицима при учењу картографије као и физичке географије (распростирање планина и слично, облик рељефа).
Студент 45	Само при оним наставним садржајима које није могуће, односно тешко је замислити у реалности.
Студент 48	Процес кружења воде у природи.

Табела А7. Приказ одабраних одговора студената на питање: „Да ли према Вашем мишљењу постоје могућности примене технологије проширене реалности у факултетском образовању?“

Учесници	Одговори
Студент 2	Сигурно постоје и могла би се користити на сваком предмету за приказивање објеката који нису доступни у нашој околини, конкретно стене, облици рељефа, грађевине, итд.
Студент 12	Геологија, Регионална географија
Студент 14	Вероватно би помогла на многим пољима, да се схвате неке неразумљиве ствари.
Студент 18	Могла би да се користи на математичкој географији, картографији, геологији...
Студент 24	Картографија
Студент 35	Приближити садржаје који носи опипљиви - Математичка географија
Студент 43	У факултетском образовању постоји могућност примене у истим областима + геоморфологија, геологија, климатологија
Студент 48	Геоморфологија

Табела А8. Приказ одабраних одговора студената на питање: „Према Вашем мишљењу да ли постоје географски наставни садржаји (на нивоу основног и средњег образовања) при чијој обради би коришћење технологије виртуелне реалности било посебно значајно како би садржаји постали непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање?“

Учесници	Одговори
Студент 4	Постоје, виртуелна екскурзија
Студент 10	Разни физичкогеографски садржаји
Студент 11	Постоје наставни садржаји. Примјер - виртуелна екскурзија - омогућује ученицима да посјете неке даље дестинације које им иначе не би биле доступне.
Студент 14	Мислим да је школству и потребан неки напредак, деца би се јако обрадовала када би им неки наставник или професор покушао на тај начин нешто објаснити.
Студент 20	Математичка географија
Студент 23	Постоји низ апликација за регионализацију, заставе, главне градове и занимљивости са којима се брже, лакше и свакако очигледније може научити!
Студент 26	Астрономија, Регионална географија
Студент 33	Постоје - Виртуелне екскурзије, које омогућавају ученицима да "посете" удаљене дестинације које им иначе не би биле доступне.
Студент 43	Кружење воде у природи, клима, размештај воде и копна - све што је ученицима апстрактно.

Табела А9. Приказ одабраних одговора студената на питање: „Да ли према Вашем мишљењу постоје могућности примене технологије виртуелне реалности у факултетском образовању?“

Учесници	Одговори
Студент 10	Постоје у разним географским садржајима, а највише физичкогеографским.
Студент 14	Мислим да је могуће у половини градива најмање користити, земљиште, воде, васиона, кружење материја у природи, и много, много других. :)
Студент 23	Картографија! Цртање карата би било много занимљивије!
Студент 24	Климатологија
Студент 26	Геологија, Математичка географија, Регионална географија
Студент 37	приказ фјорда, пећина
Студент 43	Разумевање геоморфолошких процеса - геотектоника
Студент 44	Нпр. Климатологија, геоморфологија
Студент 45	Постоји могућност примене, али нисам сигурна да ли је потребна. Користила бих за предмете који су теже објашњиви.

Табела А10. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање утицаја пола наставника на конструкте који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у пракси

Конструкти	Пол	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман- Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Уочена корисност и предности	мушки	25	4,30	60,64	834,00	-1,33	0,183	-0,13
	женски	81	4,00	51,30				
Самоефикасност	мушки	25	4,00	63,08	773,00	-1,79	0,073	-0,17
	женски	81	3,60	50,54				
Уочени недостаци и ограничења	мушки	25	2,40	49,76	919,00	-0,70	0,485	-0,07
	женски	81	2,60	54,65				

Табела А11. Резултати Крускал-Волисових тестова за одређивање утицаја година старости наставника на конструкте који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у пракси

Конструкти	Године старости	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал- Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена корисност и предности	до 35 година	18	3,80	37,81	5,67	0,059	0,05
	од 36 до 50 год.	67	4,20	56,72			
	51 и више год.	21	4,10	56,69			
Самоефикасност	до 35 година	18	3,40	51,58	0,61	0,737	0,01
	од 36 до 50 год.	67	3,60	52,57			
	51 и више год.	21	3,60	58,12			
Уочени недостаци и ограничења	до 35 година	18	3,10	67,50	4,53	0,104	0,04
	од 36 до 50 год.	67	2,40	50,47			
	51 и више год.	21	2,40	51,17			

Табела А12. Резултати Крускал-Волисових тестова за одређивање утицаја година радног искуства наставника на конструкте који се односе на спремност за примену мобилних уређаја у пракси

Конструкти	Године радног искуства	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена корисност и предности	до 5 година	13	3,60	30,00	10,28	0,114	0,09
	од 6 до 10 год.	20	4,20	53,75			
	од 11 до 15 год.	20	4,25	60,08			
	од 16 до 20 год.	27	4,20	60,56			
	од 21 до 25 год.	11	4,20	55,86			
	од 26 до 30 год.	12	4,05	51,46			
	више од 31 год.	3	3,40	45,83			
Самоефикасност	до 5 година	13	3,20	48,19	2,05	0,915	0,02
	од 6 до 10 год.	20	3,70	52,70			
	од 11 до 15 год.	20	3,70	53,85			
	од 16 до 20 год.	27	3,80	58,33			
	од 21 до 25 год.	11	3,60	48,27			
	од 26 до 30 год.	12	3,60	50,67			
	више од 31 год.	3	3,60	66,50			
Уочени недостаци и ограничења	до 5 година	13	3,20	75,54	10,92	0,091	0,10
	од 6 до 10 год.	20	2,30	47,73			
	од 11 до 15 год.	20	2,60	51,40			
	од 16 до 20 год.	27	2,40	45,91			
	од 21 до 25 год.	11	2,40	56,95			
	од 26 до 30 год.	12	2,40	51,21			
	више од 31 год.	3	4,20	75,33			

Табела А13. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање утицаја пола наставника на конструкте који се односе на став о примени проширене реалности у географском образовању

Конструкти	Пол	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман-Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Уочена употребљивост	мушки	25	4,00	48,76	894,00	-0,89	0,374	-0,09
	женски	81	4,17	54,96				
Уочена ограничења и анксиозност	мушки	25	2,67	50,80	945,00	-0,50	0,614	-0,05
	женски	81	2,83	54,33				

Табела А14. Резултати Ман-Витнијевих тестова за одређивање утицаја пола наставника на конструкте који се односе на став о примени виртуелне реалности у географском образовању

Конструкти	Пол	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман- Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Уочена употребљивост	мушки	25	4,00	53,72	1007,00	-0,04	0,967	-0,004
	женски	81	4,20	53,43				
Коришћење и упознатост	мушки	25	2,50	60,84	829,00	-1,39	0,164	-0,14
	женски	81	2,00	51,23				
Анксиозност према примени	мушки	25	2,33	45,88	822,00	-1,44	0,151	-0,14
	женски	81	2,33	55,85				

Табела А15. Резултати Крускал-Волисових тестова за одређивање утицаја година радног искуства наставника на конструкте који се односе на став о примени проширене реалности у географском образовању

Конструкти	Године радног искуства	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал- Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена употребљивост	до 5 година	13	3,67	38,00	5,44	0,489	0,05
	од 6 до 10 год.	20	4,17	61,10			
	од 11 до 15 год.	20	4,17	55,75			
	од 16 до 20 год.	27	4,00	56,43			
	од 21 до 25 год.	11	4,00	47,18			
	од 26 до 30 год.	12	4,00	53,63			
	више од 31 год.	3	4,00	51,33			
Уочена ограничења и анксиозност	до 5 година	13	2,83	59,38	7,88	0,247	0,07
	од 6 до 10 год.	20	2,50	45,13			
	од 11 до 15 год.	20	2,75	52,08			
	од 16 до 20 год.	27	2,83	55,52			
	од 21 до 25 год.	11	3,17	69,41			
	од 26 до 30 год.	12	2,50	40,71			
	више од 31 год.	3	2,83	68,00			

Табела А16. Резултати Крускал-Волисових тестова за одређивање утицаја година радног искуства наставника на конструкте који се односе на став о примени виртуелне реалности у географском образовању

Конструкти	Године радног искуства	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Уочена употребљивост	до 5 година	13	3,80	38,00	5,58	0,472	0,05
	од 6 до 10 год.	20	4,20	51,15			
	од 11 до 15 год.	20	4,20	61,00			
	од 16 до 20 год.	27	4,20	57,04			
	од 21 до 25 год.	11	4,20	58,41			
	од 26 до 30 год.	12	4,10	50,96			
	више од 31 год.	3	4,00	46,67			
Коришћење и упознатост	до 5 година	13	2,50	66,46	4,17	0,653	0,04
	од 6 до 10 год.	20	2,25	51,65			
	од 11 до 15 год.	20	2,50	50,38			
	од 16 до 20 год.	27	2,50	56,06			
	од 21 до 25 год.	11	2,00	43,41			
	од 26 до 30 год.	12	2,25	51,58			
	више од 31 год.	3	2,00	52,17			
Анксиозност према примени	до 5 година	13	2,33	60,42	5,58	0,472	0,05
	од 6 до 10 год.	20	2,33	55,23			
	од 11 до 15 год.	20	2,50	58,10			
	од 16 до 20 год.	27	2,33	49,81			
	од 21 до 25 год.	11	2,33	54,82			
	од 26 до 30 год.	12	2,00	38,29			
	више од 31 год.	3	3,33	70,50			

Табела А17. Резултати Ман-Витнијевих тестова којима се испитује утицај пола наставника на процену потенцијала примене имерзивних технологија у географском образовању

Процена могућности примене	Пол	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Ман-Витнијев <i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Проширене реалности	мушки	25	8,00	57,90	902,50	-0,83	0,405	-0,08
	женски	81	8,00	52,14				
Виртуелне реалности	мушки	25	9,00	58,52	887,00	-0,95	0,340	-0,09
	женски	81	8,00	51,95				

Табела А18. Резултати Крускал-Волисових тестова којима се испитује утицај година радног искуства наставника на процену потенцијала примене имерзивних технологија у географском образовању

Процена могућности примене	Године радног искуства	<i>n</i>	Медијана	<i>M</i> ранг	Крускал-Волис χ^2	<i>p</i>	η^2
Проширене реалности	до 5 година	13	7,00	39,42	7,03	0,318	0,07
	од 6 до 10 год.	20	8,00	58,83			
	од 11 до 15 год.	20	8,00	59,85			
	од 16 до 20 год.	27	8,00	54,15			
	од 21 до 25 год.	11	8,00	40,18			
	од 26 до 30 год.	12	8,00	57,54			
више од 31 год.	3	8,00	63,50				
Виртуелне реалности	до 5 година	13	7,00	40,08	5,63	0,466	0,05
	од 6 до 10 год.	20	8,50	53,15			
	од 11 до 15 год.	20	9,00	62,63			
	од 16 до 20 год.	27	8,00	56,87			
	од 21 до 25 год.	11	9,00	54,55			
	од 26 до 30 год.	12	8,00	47,54			
више од 31 год.	3	8,00	42,83				

Табела А19. Приказ одабраних одговора наставника на питање: „На основу Вашег искуства који наставни садржаји (наставне теме и јединице) су посебно тешко разумљиви ученицима и да ли би коришћење проширене реалности било корисно да ти садржаји постану очигледнији и једноставнији за разумевање?“

Учесници	Одговори
Наставник 14	Ђаци који живе у равници и нису у могућности да путују, тешко могу да замисле рељеф планинских области, па би у оквиру наставних јединица које имају везе са планинском области коришћење проширене реалности била од изузетног значаја.
Наставник 20	Тектоника (епирогени и орогени покрети и спољашње силе Земље)
Наставник 26	То је пре свега наставна тема везана за рељеф земљине површине (унутрашње и спољашње силе).
Наставник 32	Било који вид сналажења на географским картама.
Наставник 35	Представа о кретању небеских тела, Свемир уопште. Садржаји из физичке географије (вулканизам, земљотреси, орогени и епирогени покрети, абразија, подземне воде, начин загађивања ваздуха, воде и земљишта и утицај на живот људи), политичка географија, карактеристике појединих континената, просторни размештај географских објеката, појава и процеса (како у Србији тако и у свету).
Наставник 39	Сви процеси који се дешавају у омотачима Земљине коре и њихове међусобне везе. Ученик који то схвати у 5. разреду, касније никад нема проблем са Географијом. Коришћење проширене реалности било би најкорисније у овој области.
Наставник 45	У петом разреду је све тешко.
Наставник 48	Небеска тела, Кретања Земље и последице тих кретања,
Наставник 54	Унутрашња грађа Земље, Хидросфера, Биосфера, Географске одлике континената и Србије

Наставник 61	Рељеф - унутрашње и спољашње силе које утичу на формирање облика рељефа, географска карта - координантни систем
Наставник 75	клима - климатски типови; морске струје; размештај индустрије...
Наставник 79	Мислим да би користило приликом обраде теме Васиона и Земља, Картографија, као и Кретање Земље.
Наставник 80	Земља у космосу: Хипотезе о постанку Сунчевог система; Унутрашња грађа Земље: Стене, Геолошки развој; Рељеф Земљине површине - ерозије
Наставник 82	1. ГИС и ГПС; 2. Картографија; 3. Рељеф; 4. Ерозивни и акумулативни облици; 5. Биљни и животињски свет; 6. Хоризонтална и вертикална зоналност; 7. Урбанизација; 8. Миграције; 9. Привреда; 10. Региони у свим географским дисциплинама; 11. И многе друге теме.
Наставник 83	Мене је лично одушевио онај песак који при моделовању аутоматски мења изохипсе! Феноменално! То је ученицима и тешко разумљиво и овај метод би био од велике користи у настави.
Наставник 91	Математичко – географске теме су претежно неразумљиве као и добар део физичко – географских тема.
Наставник 93	Лекције из картографије (на пр. боље разумевање математичких елемената карте, картографске пројекције рецимо, затим ГИС...), даље, учење физичко географских садржаја, на пр. тектонике, ерозивних процеса, опште циркулације атмосфере,...еколошке теме,... а од друштвено географских тема мислим да би проширена реалност била корисна за савладавање политичко гео садржаја, а у вези националне географије апсолутно би била корисна за цео програм, такође сматрам да би на овај начин ученици могли боље да „читају“ карту, њихова знања би могла бити дугорочнија, часови интересантнији, а вољна пажња ученика већа.
Наставник 103	ТЕШКО РАЗУМЉИВИ: - географска ширина и географска дужина - последице револуције - спољашње силе Земље - облици у рељефу - Коришћење проширене реалности би било корисно

Табела А20. Приказ одабраних одговора наставника на питања: „Које наставне садржаје да сте у прилици би посебно реализовали кроз теренски рад и наставне екскурзије? Према Вашем мишљењу колико виртуелне посете са уређајима за имерзивну виртуелну реалност могу да помогну да географски наставни садржаји постану непосредно доступни, очигледнији и једноставнији за разумевање?“

Учесници	Одговори
Наставник 3	360 степени панораму користим у настави, као и разне филмиће и пуно наставног материјала, али нисам довољно упућена и компетентна за новије методе.
Наставник 4	Мислим да би било потребно едуковати наставни кадар. Технологија нам још није лако доступна, али мислим, да би свакако помогла у савладавању градива (боримо се чак и са недовољним бројем видео бимова).
	Предмет проучавања географије је простор, због тога је њен циљ да се ученици науче на што бољи начин, како би

	се сналазили у појавама и процесима, а најбољи показатељи за то су екскурзије и теренски излети. А виртуелне посете у географији су добра идеја, само треба дуг временски период да то заживи.
Наставник 13	Садржаје који су везани за стране државе и удаљене регије.
Наставник 20	Геоморфологија (Релјефне облике), Биогеографија (биљне зоне), Насеља (типови), Регионалне целине Србије
Наставник 27	Регионалне разноликости Србије
Наставник 30	Повезивање различитих области у једну укупну слику Земље, као небеског објекта.
Наставник 35	Веома могу да помогну. Виртуелне посете са уређајима за имерзивну виртуелну реалност могу да помогну да се терен виртуелно добро упозна, пре саме посете, а након посете да се пропуштено надокнади.
Наставник 54	Виртуелне посете могу да помогну у реализацији наставних садржаја у оквиру којих се обрађују нпр. Европа, ваневропски континенти, облици релјефа.
Наставник 61	Већ смо организовали виртуелне екскурзије регија Азије и Европе.
Наставник 67	Наставни садржаји из физичке географије: облици релјефа, хидрографија... Виртуелне посете могу доста помоћи настави географије.
Наставник 71	Релјеф и хидрографија. Виртуелни садржаји углавном помажу јер слика вреди више од хиљаду речи и помаже им да боље усвоје садржаје.
Наставник 83	Виртуелна реалност се не користи уопште у нашим школама јер наставници нису упознати са том методом нити су обучени за коришћење истих. Школе нису опремљене адекватном опремом такође. Верујем да им је значај огроман за готово све наставне јединице из географије и да би ученици били заинтересовани. Хвала још једном и надам се да ће једном и виртуелна реалност ући у наше школе.
Наставник 84	Клима, биогеографија, релјеф. Изузетне могућности би пружиле виртуелне посете са уређајима за имерзивну виртуелну реалност јер би наставу географије учили једноставнијом за разумевање.
Наставник 93	Од изузетне помоћи, те сматрам да је оваква настава - школа будућности.
Наставник 97	Готово све садржаје је могуће обрадити виртуелним посетама.
Наставник 106	Много их је. Све ерозивне и акумулативне процесе, природногеографске одлике Србије - Панонска област, Планинска област...

БИОГРАФИЈА

Иван Стојшић, рођен је 03.8.1989. године у Зрењанину. Основну школу „Други октобар“ у Зрењанину уписао је 1996. године, а завршио ју је 2004. године са одличним успехом. Године 2004. уписује ЕТШ „Јован Трајковић“ у Зрењанину, а завршио ју је 2008. године са одличним успехом. Награђен је дипломом „Вук Стефановић Караџић“ за успех постигнут током школовања у основној и средњој школи.



Године 2008. уписује прву годину основних академских студија (студијски програм: *Дипломирани професор географије*) на Департману за географију, туризам и хотелијерство Природно-математичког факултета у Новом Саду. Основне академске студије је завршио у року са просечном оценом 9,91. За завршене студије у школској 2011/2012. години добија награду Универзитета у Новом Саду и Природно-математичког факултета у Новом Саду. По дипломирању, 2012. године уписује се на мастер академске студије (студијски програм: *Мастер професор географије*) на Природно-математичком факултету у Новом Саду. Мастер студије на Департману за географију, туризам и хотелијерство је завршио 2013. године са просечном оценом 10. У току мастер студија почиње да се бави научним и истраживачким радом и објављује прве радове. Учествовао је и у истраживачкој радионици „1st Quality of Life and Research Workshop - Well-being in urban and rural areas“ у Београду.

Докторске академске студије започиње 2013. године на Природно-математичком факултету у Новом Саду (студијски програм: *Методика наставе природних наука [биологија, хемија, физика, географија], математике и информатике*). У току докторских студија похађао је две летње школе: „Регионалну љетњу школу - Туризам и култура“ која се одржавала 2015. године у организацији Универзитета Доња Горица (Црна Гора) и „6th International GEOREGNET Summer School - Geospace research: New trends in human geography and geoheritage“ која се одржавала од 17.8. до 31.8.2015. године на Природно-математичком факултету у Новом Саду. Такође, радио је и као модератор онлајн пројекта „Обука запослених у образовању за примену општих стандарда постигнућа за крај општег средњег образовања и средњег стручног образовања у делу општеобразовних предмета“ у организацији Завода за вредновање квалитета образовања и васпитања током новембра и децембра 2016. године. Примену имерзивних технологија у образовању и настави географије интензивно истражује од 2015. године, што је довело до започињања пријаве теме докторске дисертације са називом „Могућности примене проширене и виртуелне реалности у настави и учењу географије“. Током студирања на докторским студијама, резултате научно-истраживачког рада (укључујући и оне за потребе писања докторске дисертације) презентовао је делом на конференцијама, а делом су објављени као радови у часописима, или као поглавље у књизи „Didactics of Smart Pedagogy: Smart Pedagogy for Technology Enhanced Learning“. Коаутор је акредитованог програма сталног стручног усавршавања наставника „Примена виртуелне реалности у наставном процесу“ и члан је Друштва предметних дидактичара Србије (од 2014. године).

Нови Сад, фебруар 2020. године

Иван Стојшић

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО**

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

ТД

Монографска документација

Тип записа:

ТЗ

Текстуални штампани материјал

Врста рада:

ВР

Докторска дисертација

Аутор:

АУ

Иван Стојшић

Ментор:

МН

др Анђелија Ивков-Цигурски, редовни професор

Наслов рада:

НР

Могућности примене проширене и виртуелне
реалности у настави и учењу географије

Језик публикације:

ЈП

Српски/ћирилица

Језик извода:

ЈИ

Српски/енглески

Земља публикације:

ЗП

Република Србија

Уже географско подручје:

УГП

Војводина

Година:

ГО

2020.

Издавач:

ИЗ

Ауторски репринт

Место и адреса:

МА

Природно-математички факултет, Трг Доситеја
Обрадовића 3, 21000 Нови Сад

Физички опис рада: ФО	11 поглавља, 231 страна, 32 слике, 58 табела, 7 схема, 9 група прилога
Научна област: НО	Географија
Научна дисциплина НД	Методика наставе географије
Предметна одредница / кључне речи: ПО	Образовна технологија, учење потпомогнуто технологичном, настава географије, наставник географије, мобилно учење, имерзивне технологије, проширена реалност, виртуелна реалност
УДК:	
Чува се: ЧУ	Библиотека Департмана за географију, туризам и хотелијерство, Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 3, 21000 Нови Сад.
Важна напомена: ВН	
Извод: ИЗ	Развој проширене и виртуелне реалности у последњих неколико година створио је могућности за укључивање и примену ових технологија на свим нивоима образовања. Бројна истраживања истичу да имерзивне технологије могу позитивно утицати на исходе учења и мотивисаност ученика. Такође, географија се често издваја као предмет који посебно може да искористи те потенцијале за унапређење и осавремењавање наставне праксе. Међутим, поставља се питање спремности наставника и студената географије (наставног усмерења) да организују наставу са мобилним и имерзивним технологијама. Притом, неопходно је свеобухватно сагледати позитивне и негативне факторе који утичу или могу утицати на интеграцију ових технологија у географско образовање. Сходно наведеном, ова дисертација разматра како, када и зашто користити проширену и виртуелну реалност у настави и учењу географије.
Датум прихватања теме од стране Сената: ДП	01.6.2017.

Датум одбране:

ДО

Чланови комисије:

КО

1. Председник: др Угљеша Станков, ванредни професор, ПМФ, Нови Сад
2. Члан: др Минучер Месарош, ванредни професор, ПМФ, Нови Сад
3. Члан: др Јован Савичић, редовни професор, Педагошки факултет у Сомбору
4. Члан: др Смиљана Ђукичин Вучковић, доцент, ПМФ, Нови Сад
5. Ментор: др Анђелија Ивков-Џигурски, редовни професор, ПМФ, Нови Сад

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCES
Department of Geography, Tourism, and Hotel Management

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph type

Type of record:

TR

Printed text

Contents code:

CC

Doctoral thesis

Author:

AU

Ivan Stojšić

Mentor:

MN

PhD Anđelija Ivkov-Džigurski, Full Professor

Title:

TI

The possibilities of application of augmented and virtual reality in geography teaching and learning

Language of text:

LT

Serbian/Cyrilic

Language of abstract:

LA

Serbian/English

Country of publication:

CP

Republic of Serbia

Locality of publication:

LP

Vojvodina

Publication year:

PY

2020

Publisher:

PU

Author's reprint

Publication place: PP	21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3.
Physical description: PD	11 chapters, 231 pages, 32 photos, 58 tables, 7 schemes, 9 groups of appendices
Scientific field: SF	Geography
Scientific discipline: SD	Methodology of geography teaching
Subject, Key words SKW	Educational technology, technology-enhanced learning, geography teaching, geography teacher, mobile learning, immersive technologies, augmented reality, virtual reality
UC	
Holding data: HD	Library of Department of Geography, Tourism and Hotel Managment, Faculty of Sciences, Trg Dositeja Obradovića 3, Novi Sad
Note: N	
Abstract: AB	In recent years, the development of augmented and virtual reality has created opportunities for integration and use of these technologies at all levels of education. Numerous studies showed that immersive technologies have the potential to improve student learning outcomes and motivation. Geography is also often indicated as a subject that can utilize these potentials to improve and modernize teaching practice. However, the integration raises the question of the readiness of geography pre- and in-service teachers to organize classes with mobile and immersive technologies. Also, a comprehensive overlook regarding the positive and negative factors that influence or may influence the integration of these technologies in geographic education is necessary. Accordingly, this dissertation examines how, when, and why to use augmented and virtual reality in geography teaching and learning.
Accepted on Senate on: AS	01/6/2017
Defended: DE	

Thesis Defend Board:
DB

1. President: PhD Uglješa Stankov, Associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad
2. Member: PhD Minuđer Mesaroš, Associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad
3. Member: PhD Jovan Savičić, Full Professor, Faculty of Education in Sombor, Sombor
4. Member: PhD Smiljana Đukićin Vučković, Assistant Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad
5. Mentor: PhD Anđelija Ivkov-Džigurski, Full Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad