

## НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На XIII седници Изборног и Наставно - научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду одржаној 23. јуна 2021. године одређени смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације "Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору" ("Educational visualization of physical phenomena in the science parks and school space") из научне области Настава физике, коју је кандидаткиња Татјана Марковић - Топаловић предала Физичком факултету у Београду. Након прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала подносимо следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Основни подаци о кандидату

##### 1.1. Биографски подаци

Марковић - Топаловић Татјана рођена је 24.3.1969. у Пожаревцу. Дипломирала је на Физичком факултету у Београду 1996. Стручни испит за лиценцу наставника положила 1996, магистрала на Департману за физику, ПМФ-а у Новом Саду 2009. са темом магистарског рада: "Оправданост имплементације садржаја медицинске физике у средње школе здравствене струке". Радилa је у следећим школама: Гимназија шабачка 1992 - 1999, Школа за примењене уметности 1998 - 2004, и Медицинска школа "Др Андрија Јовановић" од 2004. до данас. У периоду од 14. јуна 2016. до 15. јуна 2017. била је вршилац дужности директора Центра за стручно усавршавање у Шапцу. Објавила је више стручних и научних радова из области наставе физике у страним и домаћим часописима. Учествовала је у више европских пројеката и пројеката које је расписало МПНТР и Центар за промоцију науке.

Под менторством проф. др Андријане Жекић (претходни ментори проф. др Мирјана Поповић – Божић и проф. др Јосип Слишко) израдила је докторску дисертацију под насловом, "Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору" ("Educational visualization of physical phenomena in the science parks and school space") чија је тема одобрена на седници Наставно - научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 27. децембра 2017. године. Веће научних области природно-математичких наука, на седници одржаној 21.5.2018. године, донело је сагласност на предлог теме докторске дисертације Татјане Марковић – Топаловић и одредило проф. др Андријану Жекић за ментора.

##### 1.2. Научна активност

Научна активност Татјане Марковић – Топаловић у области Настава физике обухвата истраживања у области визуелизације физичких појава у ширем школском простору, у циљу побољшања учења физике. Поменута истраживања су се одвијала кроз учешће у више националних и међународних истраживачко – едукационих пројеката и конкурса, а истовремено и кроз наставу у матичној Медицинској школи, и у Летњој школи науке у

Шапцу, коју је кандидаткиња формирала и водила од 2010. до 2015. у сарадњи са Канцеларијом за младе у Шапцу. Неки од пројеката у којима је кандидаткиња учествовала су:

- 1) Serbian Montenegrin Teachers Programme, (90 сати) одржан два пута, у CERN-у, Женеви, од 25. до 31. октобра 2009. и од 8. до 15. августа 2015.
- 2) 2011. године координатор и супервизор активности у Мачванском округу за пројекат Greenwave Europe FP7 пројект "Signs of spring", ("Знакови пролећа"), који је у Србији водио Институт за нуклеарне науке у Винчи,
- 3) Била је руководилац једног од подпројеката на пројекту "Подстицајна околина за учење природних наука", подржаном од стране Центра за промоцију науке (2011, 2012, 2013, 2014, 2015 и 2016). Носилац тог пројекта је Институт за физику, Београд ([www.poko.ipb.ac.rs](http://www.poko.ipb.ac.rs)).
- 4) Један је од три коаутора Парка науке у Шапцу (<http://csusabac.rs/o-parku/>). Заједно са групом физичара, географа, архитеката и грађевинара, радила је (2010 – 2014) на пројекту изградње и постављања 27 научних инсталација у поменутом Парку. Пројекат је реализован уз подршку Министарства просвете, науке и технолошког развоја Србије, Народног музеја града Шапца, Мреже регионалних центара за стручно усавршавање Швајцарске агенције за сарадњу и развој, Општине Шабац и Центра за промоцију науке.
- 5) Са тимом ученика учествовала је у ISPEX-EU подпројекту, као делу пројекта LIGHT 2015, финансираном у оквиру EU Horizon 2020 програма. У десет европских градова, ученици и грађани су мерили месец дана концентрацију аеросола помоћу спектрополариметра на мобилном телефону. Мерења у Београду и околини је координирао Институт за физику.

До сада је публиковала три научна рада из категорије M22, а пет радова је представљено на међународним скуповима, од који су три штампана у изводу (M34) и два у целини (M33).

## 2. Опис предатог рада

### 2.1. Основни подаци

Дисертација Татјане Марковић – Топаловић под називом "Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору" ("Educational visualization of physical phenomena in the science parks and school space") урађена је под менторством проф. др Андријане Жекић, редовног професора Физичког факултета у Београду (претходни ментори, били су проф. др Мирјана Поповић – Божић и проф. др Јосипа Слишко). Ментор (према одлуци Колегијума) испуњава услове за руковођење израдом докторске дисертације, те је на седници Наставно – научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 21.5.2018. проф. др Андријана Жекић именована за ментора ове докторске дисертације.

Дисертација је написана на српском језику на 80 страна, не рачунајући насловну страну, захвалницу, резиме, садржај, биографију аутора и изјаве. Теза је подељена у 11 поглавља и садржи три додатка/прилога. У тексту се налази 35 слика (поред тога, још 38 у прилозима) и 5 табела, док је у библиографији наведена 181 референца.

### 2.2. Предмет и циљ рада

Научно – истраживачки рад Татјане Марковић – Топаловић представљен у овој дисертацији реализован је у области Настава физике и може се поделити у две целине. Први део се бави појмом и значајем научне и едукационе визуелизације кроз историјски развој научне писмености људске цивилизације, све до савременог доба. Анализирани су највећи и најутицајнији паркови науке у Европи и свету са посебним освртом на The Clore

Garden of Science при Вајцмановом институту у Израелу. Описан је концепт Школе као 3Д уџбеника који је заснован на едукационој визуелизацији. Приказан је развој паркова науке у Србији, почевши од Парка науке у Шапцу, као првог, и паркова који су касније настали под утицајем овог парка. Посебна пажња је посвећена едукационој визуелизацији у простору учионице, ходника, односно галерије једне основне (ОШ "Ђорђе Крстић" у Београду) и једне средње школе (Земунска гимназија) у Србији. Други део тезе бави се истраживањем, применом и образовном корисношћу конкретних инсталација у шабачком парку науке, ДИНГ-ом и Торичелијевом фонтаном, са освртом на историјски и научни развој њиховог контекста, али и на развој нових методологија за учење. Други део рада је потпуно ослоњен на три научна рада публикована у међународним часописима.

Потреба да се настава и учење физике и других природних наука одвијају у ширем простору него што је учионица и лабораторија је уочена и истакнута током последњих деценија од стране физичара, астронома, географа, едукатора, педагога, филозофа и архитеката. Знање о основним законима природе је прикупљено и обликовано од стране великих научника током импресивног историјског подухвата. Ова теза сугерише неопходност става да студенти добију прилику да понове искуства и резоновања научника, како она која су водила до правилних тако и она која су водила до погрешних решења. Да би професор могао да реализује такве ситуације, потребно је да има могућности да користи шири простор од учионице и лабораторије за физику. Потребни су ходник, двориште, кров, фасада, тераса да би се уградиле уређаји и елементи који омогућају пресликавање, демонстрацију и проучавање физичких појава и тако изазивају асоцијације и подстичу интересовања и питања. У истраживањима везаним за тему докторске дисертације проучаван је скуп конкретних спознајних инсталација погодних за ширење физичке лабораторије у комплекснији школски простор.

Парк науке у Шапцу представља простор у којем је аутор тезе заједно са стручним тимом предложио, изградио, осмислио инсталације које су база едукационе визуелизације. Један сегмент тезе се бави усавршавањем оних учила која су раније већ предложена у литератури. Описан је и пут изградње инсталација и њиховог постављања у Парку науке у Шапцу. Приказана је корисност Торичелијеве фонтане (која је изграђена у Шапцу) у учењу и примени у физици и математици и могућности квадратне функције и корена квадратне једначине. Њена употребљивост се заснива на визуелизацији математичких могућности облика индивидуалних водених млазева и групе млазева из суда напуњеног водом са бочним отворима. Рад сугерише да би наставници и аутори уџбеника требало да користе фонтану да би показали везу између физике и математике и да искористе ову везу у интегрисаном учењу две наведене науке. Један део рада је посвећен и грешкама у разматрању Торичелијеве фонтане у уџбеницима физике. Поред Торичелијеве фонтане анализиран је и Паралелни Глобус (Дан Ноћ и Година Глобус - ДИНГ). Овај Глобус је такође као саставни део докторског рада, осмишљен и инсталиран у парку науке у Шапцу. ДИНГ је идеалан објекат за едукациону визуелизацију знања о облику Земље, Земљиној ротацији око Сунца, дужини годишњих солстиција, еквиноција, локалног меридијана, дистрибуцију Сунчевог зрачења на Земљи, утицају овог зрачења на климу Земље, и како то зрачење користити ефикасно. ДИНГ је вишеструко користан за предавање физике, геофизике, астрономије и у развијању искуствено проблемског учења у подстицајној околини за ученика и јавност.

У тези је такође урађено истраживање мисконцепције ученичких знања и промена њихових научних знања и ставова приликом рада у учионици на отвореном. Анализиран је едукативни утицај визуелно богате околине на наставу, успех, учење и популаризацију науке. На крају, представљена је тренутна позиција физике у образовању, стратегија развоја паркова науке и школских лабораторија на отвореном, као и мерљив утицај које могу направити у образовним програмима са циљем повећања интересовања ученика за бављење физиком и природним наукама.

Са развојем информационо - комуникационих технологија едукациона визуелизација је постала посебна област научних истраживања са више нових праваца изучавања и развоја. У том контексту, теза истиче и анализира веома корисно повезивање визуелизације у реалном и виртуелном простору, а све у сврху наставе и учења. У низу најновијих чланака у *American Journal of Physics* и *The Physics Teacher* описане су примене мобилног телефона у посматрањима и мерењима, како у класичној физичкој лабораторији, тако и у природи. У истраживањима везаним за тему докторске дисертације проучава се скуп конкретних спознајних инсталација погодних за ширење физичке лабораторије у шири школски простор.

### 2.3. Публикације чији су резултати приказани у дисертацији

Докторска дисертација Татјане Марковић – Топаловић, заснована је на три научна рада из категорије М22. Публиковани научни радови су:

1. Mirjana Božić, Leposava Vušković, Svetozar Popović, Jelena Popović and Tatjana Marković - Topalović, Visualization on the Day Night Year Globe, *Eur. J. Phys.* **37** (2016), 17.8. 2016.

Категорија: М22

DOI:10.1088/0143 – 0807/37/6/065801

IF:0,756 (2019)

ISSN: (print) 0143 – 0807, ISSN (web)1361 - 6404

2. Milena D. Davidović, Tatjana Marković - Topalović, Josip Sliško, and Mirjana Božić, Visualizing properties of the quadratic function using Torricellis fountain, *Phys. Teach.* **58**, 263 (2020); Published Online: 19 March 2020.

Категорија: М22

DOI:10.1119/15145475

IF:0,671 (2019)

ISSN:0031-921x

3. Josip Sliško, Tatjana Marković - Topalović and Mirjana Božić, The Physical Cause of Atmospheric Pressure: Weight of Air or Molecular Motion and Impacts? *The Physics Teacher*, **59**, (2021). (Биће објављен у јесен 2021).

Категорија: М22

DOI:

IF:0,671(2019)

ISSN:0031 – 921x

У тези су приказани и одабрани резултати из чланака објављених у зборницима међународних и домаћих конференција који су наведени у Списку публикација кандидата.

## 2.4. Преглед научних резултата изложених у дисертацији

Докторска дисертација је подељена у **11 поглавља**.

У **првом** поглављу дат је општи увод о потреби научне и едукационе визуелизације и какав је њен тренутан статус у образовном смислу. Архитекте широм света су иницирале и свесрдно се предале иновативном пројектовању школа и паркова науке, као и побољшању свеукупне околине у којој се одвија образовање. У интеракцији едукатора и архитеката настао је и развија се концепт "Школа као тродимензионални уџбеник". Са своје стране, физичари и астрономи су предложили и у школама имплементирали већи број инсталација, већи број едукативних учила и дидактичких примера за шири школски простор. Учење на отвореном, у парковима науке, даје могућност радозналост ученичком уму да доживи науку у природној лабораторији. Инсталације постављене у школским просторима и парковима науке, треба да стимулишу посматрање, изазову асоцијације, инспиришу и подрже учење физике, математике и природних наука, и помогну проблемску и активну наставу и учење.

У **другом** поглављу је анализирана научна и едукациона визуелизација кроз развој историје филозофије и природних наука. Фејнман је написао да је прву табелу осмислио Птоломеј. Од његове таблице до данас прошло је више од две хиљаде година. Фејнман у својој књизи истиче да је Птоломеј табелу могао добити кроз експеримент, што потврђује да су Грци радили експерименте у физици. У садржајима који се баве историјом физике се најчешће наводи Архимед као пример великог експериментатора у Грчкој. После Архимеда, дошло је до застоја у експериментисању све до Галилеја. Галилејеви експерименти су истовремено и значајни примери научне и едукационе визуелизације, што доказују извори из Галилејевог музеја у Фиренци или на интернету. Од Галилеја до данашњих дана научна и едукациона визуелизација у физици доживљава мерљив напредак. Крајем 60 - тих и почетком 70 - тих година, почиње се са увођењем технологија у учионицу кроз развој компјутерских презентација и симулација

Данас постоји значајна литература које се баве темом научне и едукационе визуелизације. Постоје књиге, посебни часописи са наведеном тематиком, зборници радова са конференција. До те "експлозије" чланака и текстова на тему визуелизације је дошло због разноврсних могућности које су се појавиле развојем информационо комуникационих технологија. У данашње време, графичко представљање физичких појава и међусобне зависности карактеристичних физичких величина је веома олакшано применом компјутерског софтвера уз развој нових метода презентације.

У **трећем** поглављу су истражени паркови наука у свету (Индија, Израел, Исланд, Финска, Сједињене Америчке државе...), почеци њиховог настанка, садржај, научна заснованост, сарадња и подршка академске заједнице на изградњи истих. Сматра се да постоји више разлога, зашто је порасла популарност научних паркова у научним центрима широм света. Једна од првих конференција везана за паркове, њихово постојање, уређивање и смисао одржана је марту 1915. године на Универзитету Беркли у Калифорнији. Формирана је и база државних паркова која сто година касније броји 407 националних паркова. Сви ови паркови представљају велике лабораторије на отвореном у

којима су могућа озбиљна научна истраживања на пољу биологије, екологије, климатологије, физике, хемије, атмосфере и атмосферских прилика.

У **четвртном** поглављу анализирана су искуства у нашој земљи на имплементацији 3Д уџбеника у школама Србије. У Србији се развија и имплементира концепт школске зграде као тродимензионалног уџбеника са намером да се подстакне радозналост и заинтересованост ученика за природне науке, посебно за физику, а ради осавремењивања наставе применом метода активног учења. **Школа као 3Д уџбеник** је концепт чија имплементација ствара услове за развој опажања и изазивање радозналости код ученика, активно учење, пројектну наставу, сарадњу међу ученицима истог и различитог узраста као и укључивање родитеља и шире друштвене заједнице у процес образовања. Изградњом инсталација и училиа које су резултат креативности наставника и ученика у школи се ствара амбијент за учење.

У **петом поглављу** су истражени паркови науке у Србији који су се развили под утицајем шабачког парка науке. Сви поменути паркови су формиран у Центрима за стручно усавршавање наставника широм Србије (Чачак, Кикинда, Ниш, Крагујевац). Посебан акценат је стављен на шабачки парк науке и на његове инсталације, с обзиром да је кандидаткиња коаутор овог парка и израда и научна вредност инсталација представља саставни део ове тезе.

У **шестом** поглављу разматрано је имплементирање идеје 3 Д уџбеника у две школе у Србији (ОШ "Ђорђе Крстић" и Земунска гимназија) које су подстицајну околину за учење природних наука унеле у своје петогодишње школске развојне планове.

У **седмом** поглављу које је ослоњено на међународну публикацију (Mirjana Božić, Leposava Vušković, Svetozar Popović, Jelena Popović and Tatjana Marković - Topalović, Visualization on the Day Night Year Globe, *Eur. J. Phys.* **37** (2016), 17.8. 2016) разматран је утицај и употребљивост Паралелног глобуса у наставном процесу.

У овом поглављу, повезује се историјски развој знања о облику Земље, њеној величини, нагибу према еклиптици, сопственој ротацији и орбиталном кретању, мерењу времена и осунчавању са геофизичким и астрономским концептима визуелизираним на ДИНГ - у. Посебно је разматрано како су Ератостен, Цеферсон и Миланковић користили светски оријентисан глобус у својим истраживањима и открићима.

Глобус на отвореном, описан и истражен у седмом поглављу који има исту оријентацију као и Земља у васиони (Дан, Ноћ и Година Глобус-ДИНГ), је веома применљив у наставном процесу у више предмета. Први паралелни глобус је дизајнирао и креирао Р. Анати у Врту Науке (Clare Garden of Science), у Израелу. Поменути глобус је очигледан пример сазнајне инсталације за школе и универзитетска дворишта, као и за научне центре. У 2009. години, ДИНГ је постављен на Тре Универзитету у Риму (Roma Tre University) у част обележавања Међународне године астрономије и назван је Оријентисан Светски Глобус (или Паралелан глобус). Ауторка тезе је показала да је светски оријентисан глобус, моћно средство које омогућава једноставне и импресивне образовне активности за ученике свих узраста. ДИНГ, изграђен од бетона у Центру за професионално усавршавање едукатора (ЦСУ) у Шапцу, Србија (слика 1 у тези) је значајно заинтересовао ученике, наставнике, грађане и медије.

У данашње време, визуелизација осунчавања Земље је више него неопходна у проучавању временске зависности осунчаности колектора соларне енергије, на било ком месту на Земљи. Ово имплицира да ДИНГ може бити користан у настави како саградити енергетски - ефикасне куће и како оптимизирати положаје соларних хелија.

**Осмо** поглавље је засновано на међународној публикацији Milena D. Davidović, Tatjana Marković - Topalović, Josip Sliško, and Mirjana Božić, Visualizing properties of the quadratic function using Torricellis fountain, Phys. Teach. **58**, 263 (2020); Published Online: 19 March 2020. У поменутом поглављу дисертације наглашена је блиска веза математичког знања о квадратној функцији и једначини чија употреба и разумевање расветљавају презентације и расправе о млазевима из Торичелијеве фонтане. Фотографије реалних млазева, облик путања, и друге особине у реалним демонстрацијама које су спровели, Слишко и Круз, Планиншич, Божић, Лопац, указују на чињеницу да је Торичелијева фонтана идеална апаратура за показивање и визуелизацију везе физике и математике.

**Девето** поглавље се бави анкетом спроведеном међу ученицима основних и средњих школа са циљем да се прикажу резултати истраживања о степену разумевања и способности аргументовања коју ученици имају о облику млазева из Торичелијеве фонтане. Иста анкета спроведена је међу наставницима основне и средње школе који су чланови београдске подружнице Друштва физичара Србије. Уочена је значајна корелација између ученичких и наставничких одговора. Погрешне илустрације и прикази експеримената у учионици су још увек присутни у савременим уџбеницима што резултира великим бројем нетачних и неаргументованих одговора у оквиру ове анкете. У оквиру деветог поглавља, извршена је анализа уџбеника у Србији, које је Министарство просвете препоручило за коришћење у основним школама. Шест од осам анализираних уџбеника садржи погрешне илустрације Торичелијеве фонтане.

**Десето** поглавље је такође засновано на публикацији од међународног значаја која ће бити штампана у јесен 2021. Josip Sliško, Tatjana Marković - Topalović and Mirjana Božić, The Physical Cause of Atmospheric Pressure: Weight of Air or Molecular Motion and Impacts? The Physics Teacher, **59**, (биће објављен у јесен 2021). У поменутом поглављу тезе, дат је приказ Ричи - Торичелијевог експеримента из 17. века. и анализиран значај овога експеримента у расправи о физичкој природи атмосферског притиска. У поглављу је детаљно анализиран Бертијев експеримент, који је претходио познатом и популарном Торичелијевом огледу. Аргументи који произилазе из нових истраживања и расправа о физичкој природи атмосферског притиска указују на неопходност ревизије садржаја у уводним курсевима физике, како у српским, тако и у страним уџбеницима.

**Једанаесто** поглавље представља закључак овог докторског рада. У закључку, аутор анализира актуелност и важност едукационе визуелизације. Као пример наводи недавно објављен чланак о визуелизацији више оптичких појава у једном експерименту: праволинијско простирање светлости кроз хомогену средину, одбијање и преламање светлости на граничној површини две средине, тотална рефлексија, интерференција ласерске светлости после расејања на дифракционој решетки. Едукациона визуелизација физичких феномена у парковима науке, лабораторијама на отвореном, школским двориштима се убрзано развија, упоредо са визуелизацијом кроз дигиталне лабораторије,

редовно опрењене лабораторије физике, симулације и видео презентације. У Србији постоји потреба за систематски уређеним научним материјалом и упутствима за сценарио часа у парковима науке. Такође, потребна је додатна обука наставника за рад на 3Д инсталацијама у школским двориштима и парковима науке, али и за разумевање научне визуелизације физичких феномена. Као природна последица додатне обуке наставника за визуелизацију, и ученика и њиховог интегрисања у редован наставни процес, неопходно је спровести детаљна истраживања (слична оним које спроводи МИТ од 2004.). За све наведене значајне образовне подухвате у настави физике потребна је систематска, научна и финансијска подршка, како стручних друштава, тако и Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

### 3. Списак публикација кандидата

#### 3.1. Радови у истакнутим међународним часописима (M22)

1. Mirjana Božić, Leposava Vušković, Svetozar Popović, Jelena Popović and Tatjana Marković - Topalović, Visualization on the Day Night Year Globe, *Eur. J. Phys.* **37** (2016), 17.8. 2016.

Категорија: M22

DOI:10.1088/0143 – 0807/37/6/065801

IF:0,756 (2019)

ISSN: (print) 0143 – 0807, ISSN (web)1361 - 6404

2. Milena D. Davidović, Tatjana Marković - Topalović, Josip Sliško, and Mirjana Božić, Visualizing properties of the quadratic function using Torricellis fountain, *Phys. Teach.* **58**, 263 (2020); Published Online: 19 March 2020.

Категорија: M22

DOI:10.1119/15145475

IF:0,671 (2019)

ISSN:0031-921x

3. Josip Sliško, Tatjana Marković - Topalović and Mirjana Božić, The Physical Cause of Atmospheric Pressure: Weight of Air or Molecular Motion and Impacts? *The Physics Teacher*, **59**, (биће објављен у јесен 2021).

Категорија: M22

DOI:

IF:0,671(2019)

ISSN:0031 – 921x

#### 3.2. Саопштење са међународних скупова штампана у целини (M33)

4. D. Miličić, M. Bošnjak, S. Cvjetićanin, B. Jovanov, T. Marković - Topalović, Lj. Jokić, D. Obadović and S. Jokić, "Acceptance of IBSE method among children, teachers and students on the Universities and society in Serbia", Proceedings of the Second European Conference Bridging the gap between education, research and practice, University of Leicester, UK, April 2012.

5. М. Поповић - Божић, Љ. Иванчевић, Т. Марковић - Топаловић, Г. Стојићевић, "Школа као 3Д уџбеник - путеви реализације и ефекти", Зборник скупа „Имплементација иновација у образовању и васпитању - изазови и дилеме“ (Учитељски факултет, Београд, 2015) ст. 301. <http://www.uf.bg.ac.rs/wpcontent/uploads/2015/29/Zbornik.pdf>

### 3.3. Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (М34)

6. M. Božić, D. Cucić, Lj. Ivančević, T. Marković - Topalović, J. Sliško, G. Stojicević and J. Volarov, "School as a 3D lecture book of natural sciences", Book of Abstracts, 1th South'Eastern European Meeting on Physics Education 2012 (Ljubljana, Faculty of Education, 2012) <http://www2.pef.uni-lj.si/SEEMPE/>

7. Tatjana Marković - Topalović, Mirjana Božić and Goran Stojicević, Coming of spring in Europe and on Day Night Year Globe, EGU General Assembly, EGU Geophysical Research Abstracts Vol. 16, 2014 Vienna, Austria.

8. Tatjana Marković - Topalović, Mirjana Božić and Goran Stojicević, The use of meteorological Station in Science Park during the May floods, EGU General Assembly, EGU Geophysical Research Abstracts Vol. 17, 2015, Vienna, Austria.

### 3.4. Остали радови у међународним часописима

9. T. Marković - Topalović and M. Božić, "Serbia hosts teachers' seminar", Physics Education 46 (2011) 365

### 3.5. Саопштења са скупа од националног значаја штампана у целини (М63)

10. Т. Марковић - Топаловић, "Предавање о критеријумима за утврђивање успешности наставника", Зборник предавања и постер радова са Републичког семинара о настави физике (Друштво физичара Србије, Београд, 2006) ст. 159 - 165.

11. Т. Марковић - Топаловић, "Употреба и злоупотреба мултимедијалног часа", Зборник Републичког семинара о настави физике (Друштво физичара Србије, Београд, 2007) ст.162 - 168.

12. Т. Марковић - Топаловић, "Киселите ли купус?" Зборник Републичког семинара о настави физике, Београд (Друштво физичара Србије, Београд, 2008) ст.149 - 154.

13. Т. Марковић - Топаловић, "Искорак ћилибара", Зборник Републичког семинара о настави физике (Друштво физичара Србије, Београд, 2009 ) ст.135 - 140.

14. М. Поповић-Божић, Г. Божић, Д. Пантелић, Б. Панић, И. Стаменов, С. Станковић, Т. Марковић-Топаловић (2010). "Хало физика да ли се чујемо? (експерименти из физике људских чула)", Зборник Републичког семинара о настави физике (Друштво физичара Србије, Београд, 2010) ст. 87-101.

15. М. Поповић - Божић, Ј. Слишко Т. Марковић - Топаловић, "Подстицајна околина за учење природних наука", Зборник Републичког семинара о настави физике, (Друштво физичара Србије, Београд, 2011) ст. 81 - 90.

16. Т. Марковић - Топаловић, Летња школа науке "Свет чула", електронски Зборник акредитованог републичког стручног скупа учитеља (2011), <http://www.slideshare.net/savezucitelja/2011-9819284>.

17. М. Божић, Д. Цуцић, Т. Марковић - Топаловић и И. Савић, "Одређивање и примена меридијан", *Зборник конференције "Календарско знање и допринос Милутина Миланковића"* (Удружење Милутин Миланковић, Београд, 2012)

18. Ј. Воларов, Ј. Иванчевић, Д. Цуцић, Т. Марковић - Топаловић, Б. Панић, М. Поповић - Божић, И. Савић, Ј. Слишко. Г. Стојићевић, "Подстицајна околина за активно учење природних наука" Зборник Републичког семинара о настави физике, Београд, (Друштво физичара Србије, Beograd, 2012) ст.75 - 82.

19. Т. Марковић - Топаловић, Г. С. Стојићевић (2013). Парк науке у Шапцу, XII Конгрес физичара Србије. Врњачка Бања: Зборник радова (Друштво физичара Србије, Београд, 2013 ) ст. 465 - 469, [http://www.dfs.rs/kongres/Usmena\\_izlaganja.pdf](http://www.dfs.rs/kongres/Usmena_izlaganja.pdf)

20. М. Поповић - Божић, Љ. Иванчевић, Т. Марковић - Топаловић, Г. Стојићевић, "Проширење физичке лабораторије у цео школски простор", XII Конгрес физичара Србије. Врњачка Бања: Зборник радова (Друштво физичара Србије, Београд, 2013) ст. 48 - 57

21. С. Булат, М. Давидовић, Љ. Иванчевић, М. Јоксимовић, Т. Марковић - Топаловић, М. Поповић - Божић и Б. Стојичић, "Научна визуелизација у школском простору и на паметном телефону II", *Настава физике*, **5** (2017) стр. 5 - 10

22. Булат С, Давидовић М, Јоксимовић М, Марковић - Топаловић Т, Поповић - Божић М и Стојичић Б, Из часописа и уџбеника у школски простор, *Настава физике* **8**, (Друштво физичара Србије, Београд, 2019)

23. М. Поповић – Божић, Т. Марковић – Топаловић, Б. Стојичић, "Паралелни Глобус у рукама Ератостена, Миланковића, Цеферсона, Едукатора и студената", Конференција "Развој астрономије код Срба XI" Секција "Астрономска друштва, установе, популаризација и образовање" (2021), послато за штампу у Зборнику.

#### 4. Провера оригиналности докторске дисертације

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације, "Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору" ("Educational visualization of physical phenomena in the science parks and school space" из научне области Наставе физике, чији је аутор Татјана Марковић - Топаловић, као и на основу оцене тог извештаја коју је дао ментор (извештај из програма и оцена извештаја се налазе у прилогу), констатујемо да је утврђено подударање текста 10 %. Овај степен подударности последица је тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата истраживања кандидаткиње, који су проистекли из њене дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

#### 5. Закључак

На основу изложеног, Комисија закључује да резултати кандидаткиње Татјане Марковић – Топаловић, приказани у оквиру ове докторске дисертације представљају изузетно оригиналан и значајан научни допринос у области Наставе физике. Кандидаткиња је један од оснивача Парка науке у Шапцу, чије су инсталације веома заступљене у редовној настави и ваншколским активностима, и који је је утицао на развој паркова науке у другим градовима у Србији. Показано је како конкретна учила постављена у шири школски простор омогућују примену нових техника у процесима наставе и учења (*Inquiry based learning, Peer Instruction*, пројектна и интегрисана настава...). Из области дисертације кандидаткиња је објавила три рада у међународним часописима категорије M22. У раду *Visualization on the Day Night Year Globe* указано је на значај визуелизације осунчавања

Земље и примену инсталације у настави. У раду *Visuelizing properties of the quadratic function using Torricellis fountain* показано је како се својства квадратне функције и квадратне једначине визуелизују посматрањем млазева из Торичелијеве фонтане, на којој се варирају висина отвора и ниво на коме се мери домет млаза. Сходно томе, комисија предлаже Наставно - научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да одобри јавну одбрану њене докторске дисертације под насловом:

**"Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору"**

"Educational visualization of physical phenomena in the science parks and school space"

У Београду, 26.7. 2021. године

Чланови комисије:

-----  
Проф. др Јаблан Дојчиловић,  
Редовни професор у пензији  
Физички факултет, Универзитет у Београду

-----  
Проф. др Мићо Митровић  
Редовни професор  
Физички факултет, Универзитет у Београду

-----  
Доц. др Милена Давидовић  
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

---

## ОЦЕНА ИЗВЕШТАЈА О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „**Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору**”, аутора Татјана Марковић Топаловић, констатујем да утврђено подударње текста износи 10%. Овај степен подударности последица је претходно публикованих резултата докторандових истраживања у међународним часописима, а који су проистекли из њене дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду. Сами радови су уредно цитирани у тези. Такође, треба нагласити да је сходно Правилнику о докторским студијама и одбрани докторске дисертације Физичког Факултета Универзитета у Београду, неопходан услов за подношење захтева за преглед и оцену дисертације из Физике публикавање најмање два оригинална рада (који нису за исту сврху коришћени у другим дисертацијама) у водећим међународним часописима, са импакт фактором већим од 0.5 за научну област Настава физике. Такође, овај степен подударности последица је општих места и термина као и података и личних имена, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

27.07.2021. године

Ментор

---

проф. др Андријана Жекић,

Физички факултет, Универзитет у Београду

# Edukaciona vizuelizacija fizičkih fenomena u pa...

By: Tatjana Marković Topalović

As of: Jun 1, 2021 5:04:26 PM  
34,598 words - 119 matches - 41 sources

Similarity Index

10%

Mode:  ▼

## sources:

1,235 words / 4% - Internet from 30-Nov-2016 12:00AM

[poko.ipb.ac.rs](http://poko.ipb.ac.rs)

833 words / 3% - Internet from 30-Aug-2017 12:00AM

[www.uf.bg.ac.rs](http://www.uf.bg.ac.rs)

257 words / 1% - Internet from 30-Nov-2016 12:00AM

[www.poko.ipb.ac.rs](http://www.poko.ipb.ac.rs)

10 words / < 1% match - Internet from 11-Dec-2015 12:00AM

[www.poko.ipb.ac.rs](http://www.poko.ipb.ac.rs)

91 words / < 1% match - Internet from 26-Sep-2013 12:00AM

[www.os-djordjkrstic.edu.rs](http://www.os-djordjkrstic.edu.rs)

88 words / < 1% match - Internet from 20-Jan-2020 12:00AM

[iopscience.iop.org](http://iopscience.iop.org)

76 words / < 1% match - Internet from 01-Jun-2021 12:00AM

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

51 words / < 1% match - Internet from 20-Feb-2021 12:00AM

[www.mpn.gov.rs](http://www.mpn.gov.rs)

31 words / < 1% match - Internet from 21-Feb-2015 12:00AM

[www.pcst-2014.org](http://www.pcst-2014.org)

25 words / < 1% match - Internet from 17-Sep-2017 12:00AM

[www.cpn.rs](http://www.cpn.rs)

24 words / < 1% match - Internet from 18-Oct-2017 12:00AM

[www.fasper.bg.ac.rs](http://www.fasper.bg.ac.rs)

24 words / < 1% match - Internet from 17-Jan-2019 12:00AM

[www.mooshme.org](http://www.mooshme.org)

---

23 words / < 1% match - Internet from 14-May-2020 12:00AM  
[aapt.scitation.org](http://aapt.scitation.org)

---

21 words / < 1% match - Internet from 14-Feb-2021 12:00AM  
[worldwidescience.org](http://worldwidescience.org)

---

19 words / < 1% match - Internet from 02-Nov-2019 12:00AM  
[www.start013.rs](http://www.start013.rs)

---

18 words / < 1% match - Crossref  
[Encyclopedia of Science Education, 2015.](#)

---

17 words / < 1% match - Internet from 06-Feb-2013 12:00AM  
[logos-edu.rs](http://logos-edu.rs)

---

16 words / < 1% match - Crossref  
["Chapter 1 Symbolic Computations", Springer Science and Business Media LLC, 2006](#)

---

8 words / < 1% match - Internet from 02-Nov-2017 12:00AM  
[nardus.mpn.gov.rs](http://nardus.mpn.gov.rs)

---

8 words / < 1% match - Internet from 02-Nov-2017 12:00AM  
[nardus.mpn.gov.rs](http://nardus.mpn.gov.rs)

---

16 words / < 1% match - Internet from 11-Dec-2015 12:00AM  
[www.dfs.rs](http://www.dfs.rs)

---

15 words / < 1% match - Internet from 29-Dec-2012 12:00AM  
[os-djordjekrstic.edu.rs](http://os-djordjekrstic.edu.rs)

---

11 words / < 1% match - Internet from 14-Nov-2020 12:00AM  
[core.ac.uk](http://core.ac.uk)

---

11 words / < 1% match - Internet from 15-Jan-2018 12:00AM  
[rtg.rs](http://rtg.rs)

---

10 words / < 1% match - Internet from 06-Mar-2020 12:00AM  
[www.tripadvisor.com](http://www.tripadvisor.com)

---

9 words / < 1% match - Crossref  
[Sabrina Rossi, Enrica Giordano, Nicoletta Lanciano. "The parallel globe: a powerful instrument to perform investigations of Earth's illumination", Physics Education, 2015](#)

---

9 words / < 1% match - Internet from 04-Nov-2017 12:00AM  
[fedorabg.bg.ac.rs](http://fedorabg.bg.ac.rs)

---

9 words / < 1% match - Internet from 03-Mar-2016 12:00AM  
[physics.le.ac.uk](http://physics.le.ac.uk)

---

9 words / < 1% match - Internet from 06-Feb-2018 12:00AM  
[www.isidorbajic.edu.rs](http://www.isidorbajic.edu.rs)

---

9 words / < 1% match - Internet from 15-Jan-2018 12:00AM  
[www.ni.rs](http://www.ni.rs)

---

8 words / < 1% match - Crossref  
[Mirjana Božić. "Eratosthenes' teachings with a globe in a school yard", \*Physics Education\*, 03/01/2008](#)

---

8 words / < 1% match - Crossref  
[Robin Healey. "1970-1979", \*University of Toronto Press Inc. \(UTPress\)\*, 2011](#)

---

8 words / < 1% match - Internet from 14-Sep-2019 12:00AM  
[manualzz.com](http://manualzz.com)

---

8 words / < 1% match - Internet from 22-Jun-2014 12:00AM  
[sr.wikipedia.org](http://sr.wikipedia.org)

---

8 words / < 1% match - Internet from 17-Apr-2014 12:00AM  
[www.knjigakomerc.rs](http://www.knjigakomerc.rs)

---

8 words / < 1% match - Internet from 20-Oct-2013 12:00AM  
[www.mid.gov.me](http://www.mid.gov.me)

---

8 words / < 1% match - Internet from 03-Mar-2014 12:00AM  
[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

---

7 words / < 1% match - Crossref  
[Milena D. Davidović, Tatjana Marković-Topalović, Josip Sliško, Mirjana Božić. "Visualizing Properties of a Quadratic Function Using Torricelli's Fountain", \*The Physics Teacher\*, 2020](#)

---

7 words / < 1% match - Crossref  
[Y. Yue, J.H. Xie, H.D. Xu. "Symmetry of the Poincaré map and its influence on bifurcations in a vibro-impact system", \*Journal of Sound and Vibration\*, 2009](#)

---

6 words / < 1% match - Crossref  
[Maja Grbic, Radoslav Antic, Jelena Ponočko, Jovan Mikulovic, Zeljko Djuricic. "10.5937/zeint24-4934 = Analysis of technical-economic requirements for the construction of a solar power plant on the roof of the business building of the Electrical Engineering Institute 'Nikola Tesla", \*Zbornik radova, Elektrotehnicki institut Nikola Tesla\*, 2014](#)

---

6 words / < 1% match - Internet

["Београд: Изложба „Школа и њено двориште као тродимензионални уџбеник“", Wikipedia, sr, 2021](#)

paper text:

Универзитет у Београду Физички факултет Татјана М. Марковић - Топаловић Едукациона визуелизација физичких феномена у парку науке и школском простору

**докторска дисертација Београд**, 2021. **University of Belgrade Faculty of** Physics Tatjana **M**

. Marković - Topalović Educational visualization of physical phenomena in the science parks and school yards doctoral dissertation Belgrade, 2021. Информације о менторима, члановима комисије за

одбрану докторске дисертације и датум одбране: Ментори: Проф. Др Андријана Жекић, (2017 – 2021) Проф. Др Мирјана Поповић Божић, (2010 – 2015), Проф. Др Јосип Слишко (2015 – 2017).

Чланови комисије за преглед, оцену и одбрану дисертације: Проф. Др Јаблан Дојчиловић,

**Физички факултет** Унивезитет **у Београду Проф. Др** . Мићо Митровић, **Физички факултет**  
**Универзитет у Београду Проф. Др Маја** Стојановић, **Природно-математички факултет Универзитет**  
**у**

Новом Саду Доц. Др Милена Давидовић, Грађевински факултет Универзитет у Београду Апстракт  
Током последњих деценија, значајан број физичара, астронома, географа, педагога, филозофа и  
архитеката истакли су

**потребу да се** настава и **учење физике и** других **природних наука**

одвијају у ширем простору, од учионице и лабораторије. Један сегмент овог рада указује на  
потребу

**да студенти добију прилику да понове искуства и резоновања научника**

**која су водила** како **до правилних, тако и она, која су водила до погрешних решења**

. У тези је истакнуто да су наставнику потребни

**ходник, двориште, кров, фасада, тераса да би се уградили уређаји и елементи који омогућују**  
**пресликавање, демонстрацију и** проучавање **физичких појава** . Теза даје смернице **и**  
решења професорима **и**

студентима како могу да реализују поменуте ситуације коришћењем ширег простора од учионице  
и лабораторије за физику. У истраживањима везаним за тему докторске дисертације проучаван је