

Мирјана П. Даниловић²
ОШ „Петар Кочић“ и
ЈУ Гимназија Мркоњић Град

DOI 10.7251/NSK1802096D
UDK 005.5[004:53
Стручни рад

ПРИМЈЕНА ИНТЕРАКТИВНИХ ПхЕТ СИМУЛАЦИЈА У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

Апстракт: *Кориштење ПхЕТ рачунарских симулација у настави је у порасту у свијету, па је зато потребно истражити продуктивност њихове употребе. Исто тако потребно је истражити њихову употребу у Републици Српској, колико се често користе као и ставове професора и ученика према њиховој употреби. Циљ овог рада је подизање квалитета наставе физике у основној и средњој школи повременом примјеном одговарајућих рачунарских симулација и оцјена доприноса примјене ПхЕТ симулације у ЈУ Гимназија и ОШ „Петар Кочић“ у Мркоњић Граду. Вршено је анкетање и тестирање ученика, кориштен је фактор прираста (g -фактор) и вршено је поређење постигнућа при употреби ПхЕТ симулација у настави, у односу на класични школски експеримент, како би се што прецизније одредио утицај симулација на ученичко разумијевање физичких закона. Ставови о употреби симулација ученика и професора су позитивни, а ученици су показали боље резултате у разумијевању концепата физике.*

Кључне ријечи: *симулације, настава, физика, ученици, професори.*

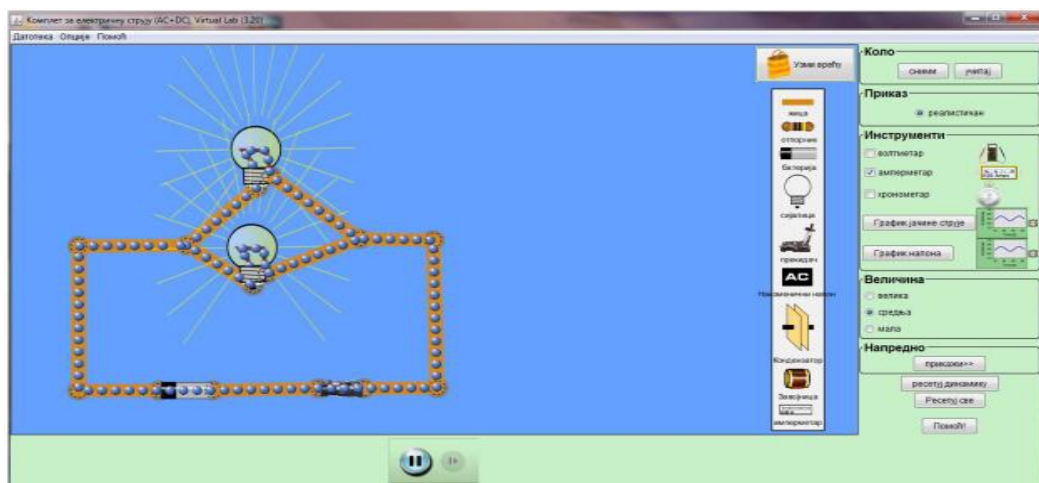
Увод

Карл Вимен (Carl Wieman), добитник Нобелове награде за физику 2001. године, покренуо је ПхЕТ пројекат да би унаприједио наставу физике, ослањајући се на брзи развој хардвера, софтвера и интернета. Појам ПхЕТ је настао од енглеске скраћенице (PhET- Physics Education Technology) и преводи се као технологија наставе физике. Бесплатно доступни ПхЕТ (<https://phet.colorado.edu/>) програми су дизајнирани тако да подразумевају активност корисника. Окружење је анимирано, интерактивно и личи на игру. Корисник може доћи до разумијевања физичких концепата кроз истраживање. ПхЕТ је развио више од 130 интерактивних симулација. Оне покривају различите теме из физике и реалне примјене, као што су ефекат стаклене баште и ласери. Садрже и симулације о темама из хемије, као и неколико симулација за математику, биологију и геологију. ПхЕТ симулације се проналазе кроз стандардне веб претраживаче и могу се интегрисати у предавање, користити са лабораторијама, као домаћи задаци, или се могу користити као неформални ресурси. Ове симулације се користе широм свијета на свим нивоима школовања. Преведене су на 90 језика (Wieman, Adams, Perkins, 2008). Неке су помоћу посебних читача екрана

²danicovicmirjana@yahoo.com

прилагођене слијепим и слабовидим лицима (Smith, Lewis, Moore, 2016). О ПхЕТ симулацијама је спроведено више од 250 појединачних интервјуа са ученицима и студентима. Интервјуи откривају како и зашто корисници интерагују са симулацијама и како ова интеракција доводи до учења. У првом реду, они проналазе да је симулација забавна и интелектуално привлачна. Препознате су бројне карактеристике које корисницима чине симулације привлачним. То се манифестује кроз њихове сљедеће особине:

- динамично и визуелно окружење које је директно под контролом корисника;
- стварање изазова у учењу који нису ни превише тешки ни сувише лаки;
- довољна визуелна сложеност за настанак радозналости (Wieman, Adams, Perkins, 2008) .



Слика 1. Једна реализација кола једносмјерне струје састављена употребом неких од понуђених елемената

Примјер једне симулације је „Комплет за изучавање кола електричне струје (Circuit Construction Kit (ACorDC))”. То је виртуелна лабораторија за анализу кола једносмјерне и наизмјеничне струје. За конструкцију кола корисницима су понуђени извори једносмјерне и наизмјеничне струје, проводници, отпорници, сијалице, кондензатори, прекидачи, завојнице, амперметри и волтметри. На Слици 1. је приказана једна могућа реализација кола електричне струје. Сваки елемент има оперативне параметре које корисник може мијењати и мјерити помоћу виртуелног волтметра и амперметра. Батерије и проводници су пројектовани тако да се понашају као идеални елементи кола, или као реални елементи, када им се задаје одговарајућа коначна вриједност отпора. Након што се састави одговарајуће коло и покрене симулација, корисници имају визуелни приказ тока електрона (<https://phet.colorado.edu/>) .

Методологија

Кориштена је метода теоријске анализе, гдје су прикупљани подаци из стручне литературе у којој је обрађивана проблематика примјене ПхЕТ симулације у настави, затим су у форми пред и посттеста, фактора прираста и мјерења времена потребног за одређене активности вршена је компарација примјене симулацију у односу на наставу у којој је заступљен традиционални експеримент. На основу анкете ученика и професора у ЈУ ОШ „Петар Кочић” и ЈУ Гимназија из Мркоњић Града утврђен је ниво примијењености информационих технологија у наведеним васпитно-образовним установама, као и мишљење ученика о примјени ИТ у настави.

Истраживања у свијету

Једно детаљније истраживање значаја учења које претходи реализацији наставног процеса рађено је на Универзитету у Ванкуверу у Британској Колумбији (University of British Columbia, Vancouver) 2016. Године (Stang, Barker, Perez, Ives, Roll, 2016). Између осталог, истраживано је да ли ће употреба ПхЕТ-а побољшати припрему студената за наставу. Тестирани студенти су подијељени у три групе са око 260 студената, укупно 779 студената. У оквиру овог курса креирани су задаци са два дијела, на основу уџбеника или ПхЕТ симулације за исту тему. Претходно читање текста из уџбеника је био стандардни предчасовни задатак који је укључивао циљана питања којим су студенти усмјерени да се баве одређеним дијеловима и концептима у уџбенику. Тестирали су хипотезе: 1) да ће укључивање ПхЕТ задатка побољшати ангажман студената више од претчасовног читања наставних садржаја, 2) када су додијељени и ПхЕТ задаци и текст релативни редослијед утиче на исход учења. Студенти су насумично подијељени у три групе: прва, само читање текста; друга, ПхЕТ активност прије читања текста и трећа, читање текста прије ПхЕТ активности. Експеримент је поновљен три пута, свака студентска група једном је учествовала у свакој врсти активности. Процијењене су основне вриједности разумијевања материјала (предтест), студенти су радили предтест од 8 питања са вишеструким избором у раној фази семестра, прије било каквог излагања тема везаних за студију. Послије тога, унутар сваког модула, студенти су оцијењени одмах након тог експеримента, али прије инструкција у настави (посттест). Резултати су показали да није било значајнијих одступања у исходима при избору три различите предчасовне активности (текст, текст-симулација и обрнуто). Што се тиче ангажмана и запажања студената немогуће је добити резултате у варијанти пред и посттест. Мјерено је вријеме рада и студенти су анкетирани. У свим третманима студенти су пријавили утрошено средње вријеме од 34.4 минуте за читање уџбеника. Током два третмана која укључују ПхЕТ задатке, студенти су пријавили вријеме од 10.3 минута. Вријеме које су студенти провели ангажовани са ПхЕТ активношћу

изгледа да не зависе од редослиједа задатака: студенти су провели мало више времена на ПхЕТ-у ако је то било прије текст-задатка, и није значајна разлика. У дискусији [4] се наводи да, иако су претпостављали да ПхЕТ може допринијети учењу током предчасовних задатака, њихова анализа није показала никакав утицај на резултате учења у односу на рад у коме су једино кориштени уџбеници. Могуће је да упутство за предчасовне задатке са ПхЕТ-ом није адекватно. У уџбеницима се студенти сусрећу са основним дефиницијама и концептима, али је нарушено продуктивно размишљање, што је у супротности са ПхЕТ симулацијама. Укључивање ПхЕТ-а у предчасовне задатке имало је утицај на ангажман и перцепцији студената о задацима. Ови афективни резултати указују да су ПхЕТ симулације дале допринос.

У Јужноафричкој Републици (Kriek, Stols, 2010) рађено је истраживање о намјери наставника да користе симулације у настави. У овој пилот студији испитивали су утицај ставова наставника физике од 10. до 12. разреда о планираној и стварној употреби интерактивних симулација (ПхЕТ) у настави. Постоје различити модели за покушај предвиђања и објашњавања људског понашања. Комбинација теорије планираног понашања, модела прихватања технологија и теорије дифузије иновација кориштени су за испитивање утицаја ставова наставника, субјективних норми и перцепције контроле понашања на њихову намјеру да користе симулације у настави. Сврха ове студије је да идентификује ставове који могу утицати на одлуке наставника да користе ПхЕТ. У овом истраживању је кориштена „Circuit Construction Kit” из ПхЕТ интерактивних симулација, због минималне могућности погрешних закључака о електричним колима, визуелног представљања протока електрона, могућности мијењања електричне отпорности или потенцијалне разлике. Студија је спроведена користећи репрезентативни узорак који се састојао од седам наставника средњих школа из полуурбаних подручја и 17 из урбаних школа. Упитник се састојао од 132 питања. Питање за одређивање корисниково вјероватноће понашања су нпр. „Кориштење ПхЕТ-а ће ученицима олакшати визуелизацију електричних кола”. Ликертова скала од 7 тачака кориштена је за сва питања која се разликују од „врло мало вјероватно” до „врло вјероватно”, или „дефинитивно нетачно” до „дефинитивно тачно”.

Резултати су сљедећи:

1. Ставови о очигледној користи и педагошкој компатибилности утичу на ставове наставника.

2. Нормативна увјерења су очекивања понашања важних појединаца, лидера, група или колега. То би обично биле колеге, ученици, родитељи и директор. Коефицијент корелације од 0,577 између субјективне норме и нормативних увјерења (колеге) и 0,475 између субјективне норме и нормативних увјерења (родитеља) је статистички значајан. Јасно је да очекивања колега и родитеља значајно утичу на субјективну норму ових наставника. Наставници који

су учествовали у истраживању нису видјели ИТ инфраструктуру као значајну препреку.

3. Намјера наставника да користе ПхЕТ у настави заснована је на ставу о кориштењу ПхЕТ-а, субјективној норми и перцепцији контроле понашања. Сваки од ова три предиктора је мјерен и није пронађена значајна позитивна корелација између понашања и ставова, субјективне норме и перцепције контроле понашања.

4. Три мјесеца након радионице, праћена је имплементација технологије од стране свих наставника (100%). Према комбинованом моделу, на стварно кориштење интерактивних симулација ће утицати њихова намјера да их користе. Упоредио је просјечан резултат упитника (шест питања) који су постављена да би се упоредила намјера да се користе са стварним кориштењем интерактивних симулација наставника у њиховим предавањима. Користећи просјечну оцјену за ова питања у вези с намјером, сматрали су резултат од 4 на Ликертовој скали од 7 тачака као показатељ добре намјере за кориштење интерактивних симулација. Изведеног истраживања је са овим моделом мјерења добијено предвиђање од 70,83% тачности намјере наставника. У дискусији се наводи да се технологија може користити за квалитетније учење, али се ријетко користи у настави физике. У циљу имплементације ИТ у настави и учењу потребно је боље разумијевање увјерења која утичу на кориштење технологије од стране наставника. Модел је кориштен као оквир за анализу интеракције наставника са употребом интерактивних симулација у настави. Утврђено је да наставник који користи ПхЕТ у настави увјерен је у корист и компатибилности и то је утицало на њихове ставове да користе симулације. Када је ИТ инфраструктура доступна, нема препреке у техничком смислу за кориштење ПхЕТ-а, али одсуство или недостатак инфраструктуре представљају непремостиву препреку за употребу ове технологије. У даљим анализама утврђено је да стручност у погледу технологије у комбинацији са нормативним убјеђењима колега утиче 64,8% на кориштење симулација од стране наставника.

Закарија и Андерсон су у малој студији кориштења рачунара у припреми студената за лабораторије, утврдили да су у рјешавању додатних проблеме на дату тему резултати студената бољи док користе рачунар за припрему у односу на оне који су користили уџбеник. Лин и сарадници су показали да користећи рачунар као партнер у учењу подржавамо студенте у овладавању концепата и способностима да интегришу знање. У овом случају студенти користе рачунаре као замјену за лабораторијску опрему, прикупљање и приказ података, и медиј комуникације и координације студената и наставника. У директном односу супституције рачунарске симулације и видеа за практичну опрему у настави за основну школу, Триона и Клар показују, узимајући у обзир наставне планове и програме и образовне поставке, да симулације могу бити продуктиван алат за учење као и практична опрема. Они су испитивали дјелотворност потпуне замјене традиционалне опреме са рачунарским симулацијама. С обзиром на ограничења (велики трошак традиционалних лабораторија, ограничења рачунара и то да

ученици пропуштају мануелна искуства са опремом) истраживали су да ли је могуће симулацијама постићи концептуални добитак и владање мануелним вјештинама учења као са стварном опремом. У истраживању су се водили слjedeћим питањима:

1) Могу ли се симулације продуктивно користити умјесто реалне опреме у лабораторијама?

2) Хоће ли ученици уочити исте концепте и научити их као и традиционално у лабораторији?

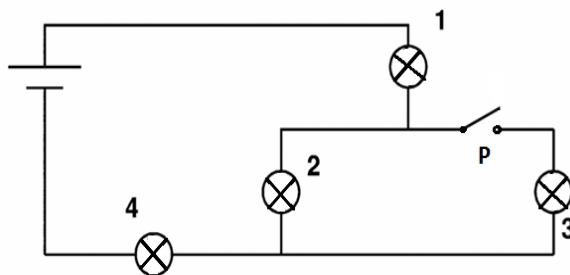
3) Шта је изгубљено? Хоће ли ученици развити разумијевање кориштења реалне опреме радећи са симулацијама?

Њихови резултати указују на то да правилно дизајниране симулације кориштене у правом контексту могу бити ефикаснији образовни алат него стварна лабораторијска опрема. Међутим, Туркле доводи у питање мотиве и оправдање за кориштење рачунара у образовању: „Зашто би петнаестогодишњак сипао виртуалне хемикалије у виртуалну чашу? Зашто би осамнаестогодишњак изводио виртуалне експерименте у виртуалним лабораторијама? Одговор на ова питања је често: јер су симулације јефтине, јер наставници нису довољно стручни. Намеће се велико питање: Да ли ми користимо рачунарску технологију не зато што су најбољи ефекти учења већ зато што смо изгубили политичку вољу да финансирамо образовање адекватно?”

Студија „Учесници и окружење”, која је направљена на Универзитету Колорадо (University of Colorado, Boulder, Colorado), опонира Турклеовим ставовима (Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, 2005). Студија је реализована у семестру у којем се обрађују теме: електрична струја, магнетизам, оптика и модерна физика. Курс математичких основа увода у физику електричних кола је завршило 15 група. Групе су подијељене по основу два експериментална услова: 4 секције обављају лабораторију са рачунарским симулацијама (ЦЦК) и 6 секција са традиционалном наставом обављајући лабораторију са реалним експериментима (ТРАД). Тестови и контрола услова били су распоређени како би се избјегли утицаји асистената у настави (ТА) и други ефекти међу овим групама. Тако је сваки ТА добио по један тип групе (ЦЦК и ТРАД). Дистрибуција претходних оцјена по секцијама је таква да се не разликује у укупном збиру. Лабораторија је за обе групе скоро иста, иста су писана упуства итд. ЦЦК група добија додатна упуства за симулације. Преднаставне активности за обе групе су такве да су 4 питања идентична, а пето питање је било како да прикључе сијалицу са батеријом и проводником и при томе за ЦЦК да споје на симулацији такво електрично коло, а за ТРАД да нацртају то електрично коло. Задаци (изрази и формулације) су били исти за обе групе, али је од ТРАД захтијевано да манипулишу традиционалном опремом, а од ЦЦК са симулацијама. Рађено је у групама са по 5 чланова. Посљедњих 30 минута сви су имали иста 3 задатка. Први је да саставе електрично коло према одговарајућој шеми са реалном опремом. Затим треба да одговоре шта се догађа и зашто, када се прекидач укључи и

искључи у одређеном дијелу кола. Студенти из ЦЦК прије овог задатка нису имали представљање опреме. Три питања на завршном испиту су из електричних кола који је седам дана након лабораторије. Питања су у вези са шемом 1.

- 1) Колике су јачине струја кроз сваку сијалицу?
- 2) Колики су напони на свакој сијалици?
- 3) Шта се дешава са јачином струје и напонима на сијалицама када се прекидач искључи?



Шема 1. Сложено струјно коло

Резултати студије

Вријеме: ТА су поднијели извјештај о просјечном времену за изградњу кола као и вријеме за најбржу и најспорију групу у датој секцији. ЦЦК је коло градила 14 минута, ТРАД 17.7 минута.

Анализа писаних радова студената: Сваки студент у задатку са електричним колом одговара у писменој форми на сљедећа питања: „Шта ће се десити и зашто ће сијалице промијенити интензитет свјетлости ако се укључи или искључи прекидач? Можеш користити текст и формуле.” Одговори су оцијењени од 0 до 3. Ако студент нема знања на дато питање оцјена је 0, а ако показује потпуно разумијевање оцјена је 3. Оцјењивана је не само исправност, већ и употреба одговарајућих појмова као што је струја, напон, серијска и паралелна веза. Средња оцјена ЦЦК је била 1,86, а ТРАД 1,64.

Завршни испит: Позивајући се на шему 1. студенти одговарају на питања 1) одредити јачину електричне струје кроз сијалице, 2) одредити напон на сијалицама и 3) предвидјети да ли ће се струја кроз прву сијалицу повећати, смањити, или остати иста када се прекидач искључи. Резултати одговора на питања 1) , 2) и 3) и још преосталих 26 других питања из других материјала обухваћених у овом курсу су обрађени. Просјечна оцјена за питања која нису у вези електричног кола је 0,621 за ЦЦК, а за ТРАД 0,612. Просјечна оцјена на сва три питања је 0,593 за ЦЦК, а за ТРАД 0,476.

Ова студија показује да је добро да симулације замијене реалне експерименте под одређеним околностима, водећи рачуна о педагошким и

логистичким аспектима. Не морају се сва електрична кола из реалног замијенити симулацијом, али конвенционална идеја да се симулацијом губи на мануелном је овом студијом срушена, јер су студенти у изградњи кола били бољи из секције која је имала симулације.

Истраживање примјене ПхЕТ-а у ЈУ Гимназија и ЈУ ОШ „Петар Кочић” у Мркоњић Граду

Рачунарске симулације су кориштене у настави. Како би се провјерило какав утицај оне имају на наставни процес код наших ученика проведено је истраживање школске 2015/16. године у ЈУ Гимназија и ЈУ ОШ „Петар Кочић” у Мркоњић Граду. У истраживању су учествовали ученици трећег разреда гимназије. Ученици трећег разреда (19) имају одређени ниво знања из електричних кола, па су радили предтест који се састојао од 4 питања у вези задате шеме струјних кола.

Електрично коло се састоји од 4 исте сијалице, прекидача и извора једносмјерне струје, као на шеми 1. Питања (задаци) на предтесту:

- 1) Према шеми 1. упореди јачине електричних струја које протичу кроз сваку од сијалица и упореди струје кроз другу, трећу и четврту сијалицу у односу на прву!
- 2) Према шеми измјери напоне на свакој од сијалица и упореди напоне на другој, трећој и четвртој сијалици у односу на прву!
- 3) Ако се прекидач укључи упореди јачине електричне струје која протичу кроз другу, трећу и четврту сијалицу у односу на прву!
- 4) Ако се прекидач укључи упореди напоне на другој, трећој и четвртој сијалици у односу на прву!

Свако питање вредновано је са 25 бодова. Ученици су подијељени у двије групе од по 10, односно 9 ученика на основу претходних успјеха и афинитета ученика. Равномјерно је распоређен број одличних, врло добрих, добрих, довољних и недовољних ученика у обје групе, као и број ученика који су показали самосталност у учењу, афинитет за практичан рад итд. Након предтеста са групом која у истраживању користи ПхЕТ симулације, је реализована настава, у вези редне и паралелне везе отпорника, уз употребу симулација, а са другом групом, која у истраживању користити реалну опрему је реализован исти наставни садржај, али уз кориштење реалне опреме. Након часа сви су имали посттест, мјерено је и вријеме потребно за састављање електричног кола.

Резултати истраживања

Ученици су састављали електрично коло према шеми 1. Мјерено је вријеме за сваког ученика појединачно.

Табела 1. Резултати групе која је радила са реалном опремом

шифра	<i>pretest</i> (бодови)	<i>posttest</i> (бодови)	Вријеме (s)	<i>g-factor</i>
Ученик 1	0	25	26	0.25
Ученик 2	12.5	50	27	0.43
Ученик 3	50	62.5	35	0.25
Ученик 4	37.5	50	36	0.20
Ученик 5	12.5	25	40	0.14
Ученик 6	25	75	39	0.67
Ученик 7	0	65	28	0.65
Ученик 8	0	40	39	0.40
Ученик 9	0	25	40	0.25
просјек	15.28	46.39	34.44	0.36

Резултати обе групе су представљени у табелама 1. и 2.

Из резултата се види да су ученици у групи која је радила са реалном опремом били бржи у састављању електричног кола. По резултатима тестова фактор прираста знања је знатно већи код групе која је користила симулацију, па се намеће сумња да је проблем у формирању група и да је група која је користила симулацију много „квалитетнија”. Зато је поново рађено истраживање, али група која је претходно користила реалну опрему (у даљем тексту је прва група) сада је користила симулацију, а она која је користила симулацију сада је користила реалну опрему (у даљем тексту друга група).

Табела 2. Резултати групе која је користила симулације

шифра	<i>pretest</i> (бодови)	<i>posttest</i> (бодови)	вријеме (s)	<i>g-factor</i>
Ученик 10	12.5	100	51	1.00
Ученик 11	0	62.5	55	0.63
Ученик 12	50	100	60	1.00
Ученик 13	87.5	100	30	1.00
Ученик 14	0	50	35	0.50
Ученик 15	87.5	100	43	1.00
Ученик 16	25	75	63	0.67
Ученик 17	0	62.5	44	0.63
Ученик 18	50	100	28	1.00
Ученик 19	0	0	65	0.00
просјек	31.25	75	47.4	0.74

Утврђивана је наставна јединица: Оптичка сочива. Рађен је предтест и посттест, фактор прираста, као и анкета. У табели 3. су представљени резултати прве групе кад су имали час са симулацијама и час у лабораторији.

Табела 3. Резултати прве групе

шифра	Рад са реалном опремом			Рад са симулацијама		
	<i>pretest</i> (бодови)	<i>posttest</i> (бодови)	<i>g-factor</i>	<i>pretest</i> (бодови)	<i>posttest</i> (бодови)	<i>g-factor</i>
Ученик 1	0	25	0.25	50	50	0.00
Ученик 2	12.5	50	0.43	50	100	1.00
Ученик 3	50	62.5	0.25	50	90	0.80
Ученик 4	37.5	50	0.20	0	50	0.50
Ученик 5	12.5	25	0.14	0	100	1.00
Ученик 6	25	75	0.67	50	100	1.00
Ученик 7	0	65	0.65	0	60	0.60
Ученик 8	0	40	0.40	0	70	0.70
Ученик 9	0	25	0.25	10	40	0.33
просјек	15.28	46.39	0.36	23.33	73.33	0.66

У табели 4. су приказани резултати друге групе након оба начина рада. Када упоредимо резултате предтеста на оба тестирања видимо да је друга група боља. Међутим, иако је прва група лошија по саставу, имали су бољи резултат када су користили симулације у односу на другу групу која је у то вријеме радила са лабораторијском опремом.

Табела 4. Резултати друге групе

шифра	Рад са симулацијама			Рад са реалном опремом		
	<i>pretest</i> (бодови)	<i>posttest</i> (бодови)	<i>g-factor</i>	<i>pretest</i> (бодови)	<i>posttest</i> (бодови)	<i>g-factor</i>
Ученик 10	12.5	100	1.00	50	50	0.00
Ученик 11	0	62.5	0.63	15	40	0.29
Ученик 12	50	100	1.00	50	75	0.50
Ученик 13	87.5	100	1.00	80	90	0.50
Ученик 14	0	50	0.50	10	40	0.33
Ученик 15	87.5	100	1.00	90	100	1.00
Ученик 16	25	75	0.67	15	50	0.41
Ученик 17	0	62.5	0.63	40	70	0.50
Ученик 18	50	100	1.00	60	80	0.50

Ученик 19	0	0	0.00	10	20	0.11
просјек	31.25	75	0.74	42	61.5	0.42

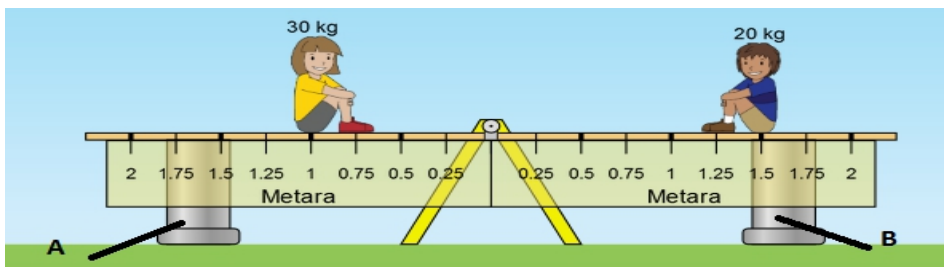
Резултати анкете

На питање како често су користили рачунаре у настави свих предмета 17 ученика је одговорило да понекад користе, 1 ученик да не користе никад и 1 ученик да користи врло често. За употребу рачунара у настави 9 ученика је изјавило да им се свиђа, 9 ученика каже да им је свеједно, а 1 ученику се не свиђа. Свих 19 ученика је изјавило да су ПхЕТ симулације користили у настави природних наука. Употреба симулација се свиђа за 18 ученика, а 1 ученику се не свиђа. У основној школи, у деветим разредима, су кориштене симулације у одређеним дијеловима часова и комбиноване са различитим наставним методама и облицима рада, нпр. неке су комбиноване са реалном лабораторијском опремом, а неке са методом излагања и разговора у току читаве школске године. Што се тиче облика рада неке су рађене у групи, а неке у фронталном облику. Није рађен предтест и фактор прираста, већ је само извршено анкетање. Спроведена је анкета 26. 5. 2016. године са ученицима у основној школи. Анкетирано је 66 ученика. Резултати су следећи:

- На питање како често су користили рачунаре у настави свих предмета 61 ученик је одговорило да понекад користе, а 5 ученика да не користе никад,
- За употребу рачунара у настави 58 ученика је изјавило да им се свиђа, а 8 ученика каже да им је свеједно,
- Да симулације у настави природних наука никад нису користили раније и нису чули за њих су 64 ученика изјавила, а 2 ученика симулације у настави природних наука никад нису користили раније, али су чули за њих,
- За употребу ПхЕТ симулација у настави 62 ученика је изјавило да им се свиђа, а 4 ученика каже да им је свеједно,
- Сви су изјавили да воле ПхЕТ, јер их подсећају на видео игре.
- Да им наставни садржаји помоћу симулација постају јаснији је изабрало 48 ученика и
- Сви су изјавили да би дали предност рачунарима у односу на традиционалну предавачку наставу. Приједлози и сугестије су биле да се симулације и рачунари што више користе. Један је ученик направио генератор по моделу са симулације.

Са ученицима осмог разреда школске 2017/18. године у обради наставне теме „Полуга” је кориштена симулација „Равнотежа”, симулација дјечије клацкалице, као демонстративно средство у фронталном облику рада. Током рада са симулацијом кориштена су питања која наводе ученике на закључак да колико је пута једно тијело теже од другог толико пута ће његово растојање од ослонца бити мање од растојања другог тијела. Затим су рачунали моменте силе за оба тијела и провјерен је услов једнакости момената сила при равнотежи датих тијела.

У сљедећем кораку је успостављена равнотежа више тијела, али је од ученика тражено предвиђање шта ће се десити када се тијело постави на одређено растојање од ослонца. Ученицима је дат домаћи задатак да у симулацији успоставе равнотежу и да провјере једнакост момената. Наглашено им је да не преписују задатак од друга и да нису обавезни да ураде задатак, како би се избјегао утицај погрешних закључака о утицају симулације на исходе учења. На наредном часу је сваки ученик излагао свој домаћи задатак и сви заједно су вршили анализу. Од 57 ученика само је 21 ученик урадио задатак. Сви су изјавили да им је било занимљиво, 5 да су наставили играти игрицу која се нуди у оквиру симулације, а 4 ученика су имала проблем при рачунању момента. По завршетку сваке наставне области ученици имају тестирање. Тако је било и са завршетком статике гдје је један задатак био повезан са симулацијом. Ученици је требало да на основу слике одговоре на питање шта ће се десити са полугом када се уклоне ослонци А и В, да објасне зашто и да упореде моменте тежина дјечака и дјевојчице (слика 2).



Слика 2. Равнотежа полуге

Резултати су били слични резултатима домаћег задатка. Сви ученици који су радили домаћи задатак су имали тачан одговор са коректним објашњењем, али 3 од 4 ученика која нису знали израчунати моменте су опет имали нетачан рачун. Међу осталим ученицима су била два ученика који су дали тачан одговор, али без објашњења.

Разговор је обављен са члановима Актива групе предмета природних наука у обе школе. У гимназији је седам чланова, а у основној школи девет. Сви су изјавили да користе рачунар за припреме у настави. Рачунар као наставно средство стално користе наставници информатике, осам их користи у настави често. Симулације користе два наставника, оба физике.

Закључак

Симулације у фундаменталној и примијењеној науци заузимају све значајнију улогу. У том смислу ПхЕТ симулације, као и друге едукативне симулације, налазе своје мјесто у настави природних наука. Многобројна истраживања показују да су оне очигледне, једноставне, интерактивне, да

илустративно демонстрирају физичке појаве и феномене, чије разумијевање при употреби традиционалних облика наставе ученицима и студентима често представља значајну потешкоћу. ПхЕТ симулације се стално усавшавају, прилагођавајући се све ширем кругу корисника, од студената до лица са посебним потребама. Преводе се и тако превазилазе језичке баријере, бесплатне су и на тај начин су постале доступне свима. Чланови ПхЕТ тима стално спроводе анкете и истраживања и на тај начин прилагођавају симулације корисницима и тестирају њихов ефекат у процесу учења на свим учесницима наставног процеса. Досадашња истраживања показују да симулације радо користе ученици и студенти. Међутим, када је ријеч о наставницима истраживања показују различите резултате, или их радо користе или их уопште не користе. Сви они који су користили наводе и предности и недостатке овакве наставне праксе. Наравно, симулација не може у потпуности да замијени традиционалну наставу, већ их треба комбиновати како би се различити наставни поступци међусобно допуњавали. Ученици треба да остану у контакту са реалним свијетом, у физици са реалним поступком мјерења, гдје постоје и несигурности мјерења и неодређеност резултата. У Републици Српској ситуација око употребе симулација у настави физике је нејасна, због евидентног недостатка података о резултатима систематског истраживања или истраживања заснованог на појединачном интересу. Изведеног истраживања је евидентно да су ученици који су у савладавању изабраних тема користили симулације, ако се као мјерни инструмент користи фактор прираста, постигли бољи резултат. Одавде слиједи да се наставницима са доста увјерености може препоручити употреба симулација. Охрабрује и то што је већина ученика у анкети изјавила да користи рачунаре у настави.

Литература

- Interactive simulations. Преузето 10. јануара 2014 са : <https://phet.colorado.edu/>
- Kriek, J. & Stols, G. (2010). *Teachers' beliefs and their intention to use interactive simulations in their classrooms*. Преузето 30. јануара 2018. године са сајта <http://sajournalofeducation.co.za/index.php/saje/article/view/284/207>
- Linn, M. & Shi, S. (2000). *Computers, peachers, peers: Science Learning Partners*. Mahwah, NJ: Erlbaum
- Smith, T. L., Lewis, C. & Moore, E. B.(2016). *Description Strategies to Make an Interactive Science Simulation Accessible*. Journal on Technology and Persons with Disabilities, 5, 225–238.
- Stang, J.B., Barker, M., Perez, S., Ives, J. & Roll, I. (2016). *Active learning in pre-class assignments: Exploring the use of interactive simulations to enhance reading assignments*. Physics Education Research Conference Proceedings. 332–335.
- Triona, L. M. & Klahr, D. *Point and Click or Grab and Left: Comparing the influence of physical and virtual instructional materials on elementary school students ability to design experiments*. Cognition and Instruction, 21, 149–173
- Turkle, S. (1997). *Seeing Through Computers*, The American Prospect, Vol. 8, Issue 31