

Марија Милинковић
ОШ „Десанка Максимовић”
Београд

DOI: [10.46793/MANM4.146M](https://doi.org/10.46793/MANM4.146M)
УДК: 004:51:373.046-021.64

КРИТИЧКА РАЗМИШЉАЊА О КОРИШЋЕЊУ ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ПОЧЕТНОЈ НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

Айсџпракџ: Овај рад даје преглед емпиријских студија које су истраживале имплементацију и употребу рачунара у настави математике, односно приказ тренутног стања технологије и њене употребе у математичком образовању. Циљ рада је евалуација истраживачких питања, методологија и теорија кроз оквире метафоре „дидактичког четвороугла”. Наша анализа показује да је потребна синтеза и интегрисање досадашњих теоријских оквира о учењу математике уз помоћ информационих технологија. Иако је значајан број истраживачких питања која се односе на учење математике уз помоћ технологије, многа питања остају без одговора. На крају рада, истичемо недовољно помињане теме и потребе за даљим дискусијама које могу допринети будућим квалитетним студијама.

Кључне речи: почетна настава математике, информационе технологије, дидактички четвороугао, настава, учење.

Увод

Савремена настава је добила своју четврту компоненту и традиционални дидактички троугао увођењем рачунара и образовних софтвера проширила на „дидактички четвороугао”. Ученик, наставник, градиво и рачунари са образовним софтверима постали су нови дидактички систем. Наместовски (2008) сматра да ученици могу своја већ стечена знања да прошире и примене уз помоћ информационо-комуникационих технологија јер савремени приступи у настави имају за циљ да се стечено теоријско знање примени у пракси. Рачунари пружају ученицима прилику да уче математику као истраживачку и динамичну дисциплину, а не као скуп закона који се уче напамет. Иако је језик математике заснован на правилима која се морају научити, за мотивацију ученика је битно да се крећу изван правила како би могли да искажу ствари на језику математике.

Примена компјутера у настави математике укључује напор који се фокусира на проналажење решења и истраживање образаца а не само меморисање формула, као и на формулисање претпоставки а не само обраду задатака.

Познавање и коришћење информационих технологија у савременом свету представља један од основних елемената писмености и опште културе. Развој информационих технологија је у последњих десетак година донео значајне промене у образовању. Опремање школа савременом рачунарском опремом и информатичко описмењивање представља један од приоритета сталног побољшања образовног система. Обухваћена тема укључује преглед студија које су истраживале употребу рачунара у настави математике, ефикасност разних програма за учење и подучавање математике и истраживања која су се бавила предностима подучавања уз помоћ рачунара, али такође се наводе и запажени недостаци као и питања професионалног развоја учитеља. На крају рада истакнуте су теме и потребе за даљим дискусијама које могу допринети будућим студијама о учењу математике уз помоћ технологије.

Приказ тренутног стања технологије и њене употребе у математичком образовању

У овом делу рада дат је приказ тренутног стања технологије и њене употребе у математичком образовању. Иако су сличне теме биле део разних радних група, у овом делу ћемо се осврнути на конференције Конгреса европског истраживања математичког образовања (CERME). Првобитно, питања везана за учење уз помоћ технологије на Конгресу спадала су под категорију „Средства и технологије”. Касније је назив промењен у „Средства и технологија у математичкој дидактици” од другог до петог конгреса и „Технологије и ресурси у математичком образовању” од шестог до осмог конгреса, што је већ указивало на унапређивање. Растући интерес за ову тему и све више истраживања довело је до поделе на две групе на деветом конгресу. Већина радова се фокусирала на понашање ученика и учење приликом коришћења технологија. На пример, квалитативно емпиријска студија чији су аутори Каја, Акчакин и Булут (Kaуа, Аксакin, Bulut, 2013) (о којој се говорило на 8. конгресу) односи се на истраживачко питање: „Да ли употреба Геогебре путем интерактивних белих табли као наставно средство утиче на успех ученика у геометрији?” Исто тако, експериментална истраживања Килка (Kilic, 2013) о софтверима који утичу на развој геометријског мишљења и способности доказивања у геометрији. Мисфелд и Ејсинг Дун (Misfeldt, Ejsing-Duun, 2015) дали су свој допринос учењу математике кроз програмирање. Огроман број студија

показује позитиван однос између употребе компјутера и развоја математичког мишљења у школи, као и да се применом информационих технологија и мултимедијалних презентација многи математички садржаји могу учинити уочљивијим и занимљивијим. Зарнис (Zarnis, 2012) је испитивао утицај информационих технологија на побољшање постигнућа ученика првог разреда при учењу кругова, троуглова, правоугаоника и квадрата. Резултати студија су показали да су настава и учење интерактиван процес захваљујући информационим технологијама и да имају позитиван ефекат на учење кругова, троуглова, правоугаоника и квадрата.

Рачунари су део живота деце још у раном детињству, као и ученика млађих разреда. Размера рачунара и ученика се мења из године у годину, и то од 1:125 1984. године, до 1:22 1990. године и 1:10 1997. године (Clements, 2002). У једном истраживању наставника и деце у четвртном разреду основне школе из 2006. године, примећено је да је, у поређењу са ситуацијом из 2001. године, употреба нових технологија у школи порасла (Eurydice, 2009: 207). Бектин податак из 2009. године показује да информационе технологије користи скоро половина ученика основне школе најмање једном недељно, односно 46% у настави математике (Becta, 2009). У контексту наставе и учења математике, технологија обухвата коришћење рачунара и одговарајућих математичких софтвера, Јава алате за интеракцију са математичким проблемима, софтвере за геометријску анализу података, тестирање знања ученика. У Великој Британији, Европи, САД и на другим местима, последњих година је дошло до стабилног уграђивања дигиталних и умрежених технологија у учионицу, са употребом интерактивне беле табле, виртуелних окружења за учење, образовних компјутерских игара и све већег ослањања на интернет апликације.

Истраживања која су спровеле многобројне институције (Becta, Unesco, ISTE, Iso Dynamic и др.) показују да адекватна употреба информационе технологије повећава квалитет наставе и исходе учења (Ристић, Радовановић, 2013: 93). Адекватно употребљен рачунар са образовним софтверима омогућава да ученици могу напредовати индивидуално, у складу са својим предзнањима и интересовањима. Анализа међународног истраживања ПИСА открила је да они који понекад користе компјутере или интернет у школи остварују боље резултате од оних који их никад не користе. Постоји позитивна повезаност између дужине коришћења информационих технологија и учинка ученика на ПИСА тестовима из математике. „Приступ интернету побољшава резултате ученика у националним тестовима из енглеског језика, математике и природних наука” (Livingstone, 2012). У истраживању из 2007. године које су спровели Леј и Цао (Lei, Zhao, 2007) у основним школама, просечне оцене су побољшане само из предмета везаних за употребу технологије, тј. за софтверске ресурсе или игре које су произведене да подрже елементе плана и програма из

наставе математике и историје. Технологија може пружити ђацима моћне алате за рачунање, конструкцију, визуелно представљање градива и на тај начин им омогућити приступачнијим математичке садржаје и концепте који би им иначе били исувише сложени за истраживање (Милутиновић, 2014: 216). Софтвер за вежбање може да помогне млађој деци да развијају способност у вешинама као што су бројање и разврставање. Нарочито у когнитивном пољу математике, евалуација исхода учења везаних за учење математике на рачунару код ученика је показала да учење уз помоћ рачунара може знатно да помогне у развоју одговарајућих математичких вештина и дубљег концептуалног мишљења у поређењу са традиционалном методом учења. Уколико су правилно одабране, компјутерске игрице могу бити ефективне. Ученици другог разреда који су провели у просеку један сат играјући компјутерске игрице у току две недеље су одговорили тачно на дупло више питања на тесту из математике од ученика у контролној групи (Clements, 2002). У једном приступу, деца су истраживала облике користећи графичке програме. Истраживачи (Zaranis, 2012) су приметили да деца уче и разумеју и примењују појмове као што су симетрија, шеме и просторни ред. На пример, једна девојчица је преклапајући два троугла како би добила квадрат, створила трећи троугао који јој програм није задао. Компјутерско искуство је навело децу да истражују, што је проширило границе онога што они могу да ураде. У Великој Британији је спроведено истраживање које је показало да дигиталне игре у настави код ученика позитивно утичу на решавање проблема, као и на развијање математичког мишљења, моторике и др. У једној студији (Clements, 2002) учитељ је давао помоћне инструкције, подстицао је децу да раде заједно, тражећи од њих да размишљају и разговарају о својим плановима пре рада на компјутеру, испитујући их о њиховим плановима и стратегијама. Деца су заједно радила на задатку и завршила ефикасно своје задатке, показала су висок ниво математичког расуђивања о геомеријским фигурама, као и о бројевима и мерама. Баланс између навођења учитеља и сталног испитивања од стране деце је неопходан како би деца научила да присвоје нову технологију. Дискусија целе групе помаже деци да причају о својим стратегијама решења и да размисле о томе шта су научили, што је такође добра страна подучавања у дидактичком четвороуглу.

Истраживање које је спроведено код нас показало је да учење помоћу компјутера повољно утиче на повећање мотивисаности ученика за учење математике, без обзира на претходни успех из овог предмета. Основни циљеви извођења наставе помоћу компјутера јесу упознавање ученика са математичким појмовима и идејама уз више очигледности, мотивација ученика за самосталан рад и експериментисање. Пружа им се шанса да буду активни у учењу, да сами бирају задатке које ће решавати или да више пута понављају исте, као и да добију брзо решење задатка (Цветковић, 2014: 264).

Лидија Краљ (Краљ, 2008) изваја нека запажања о информационим технологијама, од којих ћемо у раду навести следећа.

1. ИКТ утиче позитивно на образовна постигнућа у основној школи.
2. Постоји позитивна веза између дужине периода употребе ИКТ-а и успеха ученика на ПИСА математичким тестовима.
3. Школе које су боље опремљене ИКТ-ом постижу боље резултате од школа које су недовољно или мало опремљене ИКТ-ом.
4. Преко 86% европских учитеља сматра да су ученици мотивисанији и пажљивији када се у раду користе рачунари и интернет.
5. ИКТ чини учење успешнијим јер мултимедијална наставна средина активира сва чула ученика.

Међутим, у многим школама информационе технологије су непожељне јер запослени нису образовани како да их ефикасно користе у настави. Запажање пројекта „Деца иду онлајн” (Children go online) у Великој Британији извештава о недостацима који се јављају у настави математике уз помоћ рачунара. Наиме, у једној студији случаја десетогодишњакиња је играла математичку игру где је морала да наводи брод око мапе Шкотске уписујући правац у степенима и удаљеност у километрима. Пошто девојчица није прочитала упутства и није схватила суштину, она је изгубила у више наврата, на крају одустајући и не добијајући повратну информацију од учитеља шта је учинила погрешно (Livingston, 2012). Позитивни знаци у студијама случаја као што је овај наводе мотивационе и креативне могућности информационих технологија у почетној настави математике, међутим постоје и они који расправљају о томе да је технологија мање битна у односу на то како се она користи. Наведено је и да је играње игрица одвлачило пажњу ученицима који имају потешкоће у учењу. Кокс и Маршал (Cox, Marshall, 2007: 64) примећују да „до сада нисмо имали лонгитудалних студија великих размера о утицају информационих технологија”. Критички разматрајући, они сматрају да нема довољно убедљивих доказа да информационе технологије подржавају учење у настави математике, нема лонгитудиналних и/или националних процена које су усмерене на доказивање да су побољшани традиционални резултати у почетној настави математике применом технологија. Они су такође истакли да допринос информационих технологија веома зависи од врсте ресурса и предмета у ком се користи, што је у супротности са претпоставкама да само зато што деца воле да користе технологију то им само по себи даје мотивацију која побољшава учење. У већини земаља школе су у фази усвајања информационих технологија и одликује их неуједначена употреба. Баланскат сматра да постоји неко унапређивање учења и развој, али да нема дубљег побољшања у настави (Balanskat et al., 2006: 2). Оно што се може закључи-

ти јесте да коришћење информационих технологија увећава мотивацију ученика и интернет омогућава интерактивне облике наставе, дајући места за заједничко учење, што је такође валидан подухват. Резултати разних истраживања у свету су доступни и треба искористити сазнања других, али не простом имплементацијом већ првенствено прилагођавањем нашем образовном систему уз потребну обуку наставника, чиме би се креирао најбољи концепт примене информационих технологија у почетној настави математике.

Професионални развој

Информационе технологије се третирају као средство за подучавање и учење. Потребно је да се будући наставници и учитељи оспособе, како би успешно примењивали информационе технологије у реализацији математичких садржаја. „Учитељ мора бити компетентан како би могао успјешно да планира када ће и у којем обиму моћи да користи информациону технологију за боље разумевање и квалитетније усвајање математичких појмова” (Мићановић, 2012: 56). Активност наставника да интегришу технологију у дидактички троугао и тиме прошире систем на дидактички четвороугао зависи од неколико детерминанти, пре свега личних, институционалних и друштвених. Истраживачи као што су Ратвен (Ruthven, 2009), Дријверс (Drijvers et al., 2010) и Абуд-Бланшард (Abboud-Blanchard, 2014) наглашавају да је неопходно бавити се питањима професионалног развоја оних наставника који нису стручњаци за технологију и по њиховом мишљењу раде у неексперименталним условима. Разна истраживања које су спровели Завод за статистику, Удружење професора информатике Србије, Извршна агенција за образовање медије и културу Европске уније доказују да је на нашим просторима становништво слабо информатички писмено. Истраживања у Србији (Милутиновић, 2014: 215) указују на то да наставници математике технологију углавном користе недовољно и неадекватно у својој настави, како у основним тако и у средњим школама.

Информационе технологије унапређују учење и наставу и подстичу брже усвајање знања, али ипак оне нису толико укључене у праксу свакодневног живота. Школе теже мењају наставне планове како би убациле компјутере у учионицу, учитељи имају тешкоће у успостављању везе између традиционалне наставе и образовне технологије; иако технологије могу учинити учење математике погоднијим, то захтева улагање у обуку наставника и припрему материјала како би такво учење постало ефикасније. Промене носе са собом и могућности и изазове на часовима математике али и у школама уопште, јер увођење информационих технологија подразумева разне обуке, мењање наставног плана и програма и поставља

се питање да ли се друштво заиста жели трансформисати како би се технологије уградиле у образовну структуру. Увођење технологије у учионице је захтеван процес у погледу ресурса, али далеко је захтевније обезбеђивање услова за његово ефикасно коришћење. Промена школа је дуготрајан и захтеван процес и много инвестиција тек треба да покаже значајније побољшање у образовној пракси и исходима. Емпиријска истраживања наше наставне праксе, првенствено ставова наставника разредне наставе и будућих учитеља о употреби рачунара представља одраз стања, али и основа је за будућа истраживања педагошке праксе. Истраживање које је спровео Мићановић (Мићановић, 2012) показује да постоје позитивне тенденције у погледу оспособљавања учитеља да користе информационе технологије, али и да постоје бројни проблеми које треба отклонити. Слажемо се са наводима аутора (Ruthven, 2009; Drijvers et al., 2010; Мићановић, 2012; Сарачевић, 2012; Abboud-Blanchard, 2014) да је неопходно стручно усавршавање учитеља у почетној настави математике за коришћење информационих технологија у наставном процесу, да знатан број учитеља у наставној пракси није оспособљен за практичну примену информационих технологија у реализацији почетних математичких садржаја и у великом броју школа не постоје објективни услови за примену информационих технологија. Занимљиво јесте упоредити налазе истраживања и прегледна истраживања стране теорије и праксе са налазима истраживања из домаће наставничке праксе. Наставницима је потребно обезбедити све услове, адекватно образовање и праксу како би на што бољи начин користили рачунаре у настави математике и оне моделе који су се показали као ефикасни.

Закључак

Ефикасно интегрисање технологије у наставни план и програм захтева напор, време и посвећеност, а наставници морају имати помоћ при учењу како да интегришу компјутере у наставу, користећи оне моделе који су се показали као ефективни. Разна истраживачка питања се брзо појављују и пре него што се претходна довољно истраже, потребна је синтеза и интегрисање досадашњих теоријских оквира о учењу математике уз помоћ технологије. Иако је значајан број радова који се односе на учење уз технологију, многа питања остају као тема неким од наредних истраживања. На пример, шта је најбитнији математички садржај који постоји на интернету и како га пронаћи, који је добар онлајн материјал за учење, како интернет апликације доприносе мотивацији у настави математике. Истраживања која се односе на рад са специфичном групом ученика (ученици са лошим успехом, даровити ученици, ученици са инвалидитетом) у дидактичком четвороуглу остају важна питања за будућа истраживања.

Како бисмо стекли праву слику о стању информатичке писмености код ученика млађих разреда и њихових учитеља на нашим просторима потребно је спровести истраживање, важно је утврдити и слику стања опрема из школа и квалитета стечених знања у случају редовног коришћења информационалних технологија. Емпиријска истраживања наше наставне праксе, првенствено ставова наставника разредне наставе и будућих учитеља о употреби рачунара представља одраз стања, али и основа је за будућа истраживања педагошке праксе. Занимљиво јесте упоредити налазе истраживања и прегледна истраживања стране теорије и праксе са налазима истраживања из домаће наставничке праксе.

Унапређивање наставе је сложен процес, информациона технологија сама по себи неће допринети унапређивању наставног процеса. За ефикасно интегрисање технологије у почетну наставу математике неопходно је оспособљавање наставника, развијање њихових компетенција од почетка њиховог образовања током студија. Неки психолози наглашавају замерку да однос човека са машином никада не може имати онај квалитет као однос човека са човеком, односно да је комуникација ученика и наставника природнија и богатија него када ученик комуницира са рачунаром. Међутим, психолошку баријеру треба премостити, јер рачунар у настави математике не служи да замени наставника него да га допуни и од дидактичког троугла унапреди наставу у дидактички четвороугао. Проблем се не налази у великом очекивању од информационалних технологија у образовању, већ у чињеници да потпуна и квалитетна примена информационалних технологија у организацији наставе математике захтева темељне промене, почевши од окружења у коме се одвија настава и учење било ког предмета. У већини школа у Србији, али и у другим земљама, примењује се традиционалан начин рада уз мање помаке у коришћењу информационалних технологија. Последица тога је спори напредак који је често везан за економски развој државе. Примена информационалних технологија у образовању није само техничко питање, већ се поставља питање приоритета у финансирању, мисији и визији школа. При дефинисању образовних циљева треба узети у обзир нове могућности које пружа технологија, интернет, мултимедија. Резултати бројних истраживања у свету су доступни и треба искористити сазнања других, али не простом имплементацијом већ првенствено прилагођавањем нашем образовном систему, уз потребну обуку стручњака, чиме би се креирао најбољи концепт примене информационалних технологија.

Литература

Мандић, Д. (2003). *Дидактичко-информатичке иновације у образовању*, Београд: Медиаграф.

Милинковић, Ј. (2006). *Оптеди о учењу и настаџи математике*, Београд: Учитељски факултет.

Милутиновић, В. (2014). Анализа искуства и намере употребе рачунара у настаџи математике будућих учитеља и наставника математике, *Зборник радова са шреће међународној скуа Методички основи настаџе математике III*, 213–230.

Мићановић, В. (2012). Информациона технологија у функцији унапређења квалитета почетне настаџе математике, *Иновације у настаџи*, XXV (4), 55–66.

Наместовски, Ж. (2008). *Ушцај примене савремених настаџних средстава на повећање ефикасности настаџе у основној школи*, магистарски рад, Зрењанин: Технички факултет „Михајло Пупин”.

Ристић, М., Радовановић, И. (2013). *Интернет у образовању*, Београд: Учитељски факултет.

Сарачевић, М. (2012). Иновације и унапређивање настаџе математике применом јаџа аплета у системима за е-учење, *Настаџа и васпитање*, LXI, (4), 723–739.

Цветковић, Ј. (2014). Развијање интересовања за математику код деце школског узраста применом компјутера у настаџи, *Зборник радова са шреће међународној скуа Методички основи настаџе математике III*, 259–275.

Abboud-Blanchard, М. (2009). Teachers and technologies: shared constraints, common responses, *The Mathematics Teacher in the Digital Era: An International Perspective on Technology Focused Professional Development*, London: Springer, 297–318.

Balanskat, А., Balmire, R., Kefala, S. (2006). *The ICT impact report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe*, European Schoolnet.

Becta (2009). *Harnessing technology review 2009: The role of technology in education and skills*, Coventry, Becta.

Clements, D. H. (2002). Computers in early childhood mathematics, *Contemporary Issues in Early Childhood*, 3(2), 160–181.

Cox, М. J., Marshall, G. (2007). Effects of ICT: Do we know what we should know?, *Education and Information Technologies*, 12 (2), 59–70.

Dissanayake, S. N., Karunananda, А. S., Lekamge, G. D. (2007). Use of computer technology for the teaching of primary school mathematics, *OUSL Journal*, 4, 33–52.

Drijvers, P. et al. (2010). The teacher and the tool: Instrument orchestrations in the technology-rich mathematics classroom, *Educational Studies in Mathematics*, 75, 213–234.

Eurydice (2009). *Key data on education in Europe*, Brussels: European Commission.

Kaya, G., Akcakin, V., Bulut, M. (2013). The Effects of Interactive Whiteboards on Teaching Transformational Geometry with Dynamic Mathematics Software, In: *Proceedings of CERME* (Vol. 8).

Keong, C. C., Horani, S., Daniel, J. (2005). A study on the use of ICT in mathematics teaching, *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, 2(3), 43–51.

Kilic, H. (2013). The effects of dynamic geometry software on learning geometry, In: *Proceedings of CERME* (Vol. 8).

Lei, J., Zhao, Y. (2007). Technology uses and student achievement, *Computers & Education*, 49, 284–296.

Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education, *Oxford Review of Education*, 38(1), 9–24.

Misfeldt, M., Ejsing-Duun, S. (2015). Learning mathematics through programming, In: *Proceedings of CERME* (Vol. 9).

Ruthven, K. (2009). Towards a naturalistic conceptualisation of technology integration in classroom practice: The example of school mathematics, *Education of Didactique*, 3(1), 131–149.

Todorova A., Trgalova, J. (2016). Learning mathematics with technology, In: *Proceedings of CERME* (Vol. 10).

Zaranis, N. (2012). The use of ICT in preschool education for geometry teaching, In: R. Pintó, V. López, C. Simarro (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Based Learning in Science, Learning Science in the Society of Computers*, Barcelona, Spain: Centre for Research in Science and Mathematics Education, 256–262.

Marija Milinković

Primary school "Desanka Maksimović"

Belgrade

CRITICAL THINKING OF THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE INITIAL TEACHING OF MATHEMATICS

Summary: This paper reviews empirical studies which researched the implementation and use of computers in teaching mathematics, that is the representation of the current state of the technology and its use in mathematics education. The aim of the paper is to evaluate research questions, methodologies and theories through the framework of the "didactical tetrahedron" metaphor. The analysis has showed that it is necessary to synthesize and integrate the previous theoretical framework on learning mathematics with the help of information technologies. Even though there is a significant number of research questions related to learning mathematics using technologies, a lot of questions remain unanswered. The final part of the paper highlights the insufficiently mentioned topics and the need for further discussions that can contribute to future quality studies.

Keywords: initial teaching of mathematics, information technologies, didactical tetrahedron, teaching, learning.