

Ангела ИКОНОМОСКА

УДК: 373.3:[004.9:51]
Изворен научен труд

УЛОГАТА НА ИКТ ВО НАСТАВАТА И УЧЕЊЕТО НА МАТЕМАТИКА ВО ОСНОВНОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Кратка содржина:

Примената на технологијата е составен дел од секојдневниот живот, оттука развојот и интеграцијата на информациско-комуникациската технологија (ИКТ) во учењето и наставата се очекувани. Тргувајќи од почетоците на технологијата кои се темелат на математиката како наука, фокусот на интерес во овој научен труд го насочуваме конкретно кон употребата на ИКТ во наставата и учењето на математика во основното образование. Акцент ставивме на согледување на влијанието на ИКТ врз наставниот процес и процесот на учење, како и на примената на ИКТ-алатките во стекнувањето математички знаења. Целта на оваа систематска анализа е прикажување на придобивките од интеграцијата на ИКТ во наставата и учењето на математиката, но и ограничувањата и предизвиците со кои се соочуваат наставниците и учениците во основното образование.

Врз основа на обемниот преглед на релевантни теоретски и практични резултати, севкупно сумираваме дека интеграцијата на ИКТ во голем степен зависи од компетентноста на наставниците за користење на новата технологија. Позитивното влијание на ИКТ во наставата и учењето по математика е неспорно, затоа што технологијата ја намалува логистиката во процесот на планирање и реализирање на наставата, ја зголемува интеракцијата во училишната и го поттикнува учењето на математиката преку визуализација на апстрактните поими и процеси, не изоставајќи ја можноста за самостојно учење.

Клучни зборови: ИКТ, наставен процес, процес на учење, математика, основно образование.

Вовед

Консултирајќи домашна или странска литература, често се среќаваме со текстови во кои се пишува за односот помеѓу технологијата и науката, не ставајќи акцент на врската помеѓу технологијата и математиката. Модерната технологија би била незамислива без математиката. Слободно може да се каже дека односот е реципрочен (Hansson, 2019), затоа што технологијата ѝ овозможува на математиката побрз и посовремен развој. Гледано од практичен аспект, математиката претставува човекова активност, која датира од постоењето на првите пишани записи. Преку апстракција и логичко расудување, математиката своевременно еволуирала од броење, пресметување, мерење и систематичко проучување на формите и движењата на физичките објекти (Joshi, 2017). Врз основа на математиката како наука, денес го следиме развојот на технологијата заснован на различни основни принципи и алгоритми. Следствено на тоа, компјутерската наука користи различна математичка логика и теорија на броеви за да може да развие структури на податоци и компјутерски алгоритми.

Дефинирајќи ја ИКТ како комбинација на уреди и технолошки ресурси, кои се користат за манипулирање и корелација со информации (Kawate and Sain, 2015), ја подразбираме широката примена и влијание на ИКТ во воспитно-образовниот процес. Со други зборови, ИКТ стана составен дел од образованието, револуционизирајќи го начинот на кој математиката се предава и учи (Duan et al., 2020). Дигиталната ера во која ние денес живееме, бара соодветни педагошки промени кои се во „чекор“ со најновите техничко-технолошки трендови и побарувања. Во контекст на ова се нагласува потребата од внимателно интегрирање на технологијата во наставната програма во училиштата, за постигнување на очекуваните резултати од учење.

Математиката како научна дисциплина е интегрирана во основното образование како задолжителен наставен предмет, започнувајќи од првиот образовен циклус. Предметот математика е еден од најзастапените наставни предмети во наставниот план според фондот на часови. Имајќи предвид дека секоја индивидуа своите базични навики, знаења и вештини ги стекнува за време на основното образование, може да се каже дека токму училишните институции се соодветно место за развивање на клучните ИКТ-вештини и математички знаења. Интегрирањето на ИКТ-алатките во наставниот предмет математика има за цел да ја подобри ангажираноста на учениците, разбирањето на математичките концепти, како и севкупните академски перформанси во математиката, трансформирајќи ги досегашните практики во наставата и учењето. Земајќи ја математиката како основен сегмент на секоја технологија, во понатамошниот текст улогата на ИКТ ќе биде разгледувана низ призма на наставата и учењето на математиката во основното образование.

Влијанието на ИКТ во наставниот процес и процесот на учење

Глобализацијата и технолошките промени создадоа нова насока за развој на економијата, предводена од технологијата, преку нејзините бази на податоци и знаења. Оттука, самиот развој и потенцијал на ИКТ стана витално прашање, кое треба да ги исполни образованите потреби (Chao, 2015). Потпирајќи се на технологијата, општеството станува сè понапредно, а со тоа и интеграцијата на технологијата во училишта станува неизбежна (Sokku and Anwar, 2019). Очекувањата се големи, тргнувајќи од тоа дека ИКТ е алатка која го поддржува процесот на учење и ветува нови решенија за постоечките предизвици во наставата и учењето (Oduma and Ile, 2014). Поврзувајќи ја примената на ИКТ во математички контекст, неспорно е стекнувањето на знаења и факти, како и развивањето на вештини кои ни овозможуваат поефикасно и поефективно доаѓање до нови математички вистини. ИКТ не само што ги поддржува традиционалните наставни методи, туку и го поттикнува интерактивното учење, преку истражување. Под влијание на ИКТ се менува и педагогијата, прилагодувајќи се на новите воспитно-образовни трендови и потреби на општеството. Според добиените резултати од прегледот на студии насочени кон педагошкиот модел на наставата со ИКТ во временски период од 2008 до 2018 година на Хардман (Hardman, 2019), се истакнува позитивното влијание на ИКТ во наставата по математика во основното образование, под услов на користење конструктивистичка педагогија.

Вистинската интеграција на ИКТ во училишта се чини дека е потешка од првичните претпоставки. Често се укажува на тешкотиите при имплементација на ИКТ, тргнувајќи од потребата за развој на специфичен софтвер и други ИКТ-алатки кои можат да се вклучат во процесот на наставата и учењето, не изоставајќи ја играта како парадоксална традиционална и спонтанa активност, па сè до потребата за стручна обука на наставниот кадар и развивање дигитални компетенции кај учениците во текот на основното образование. За таа цел на меѓународно и на национално ниво се развиени и се развиваат голем број на рамки, алатки за самооценување и програми за обука, кои помагаат во процесот за надоградување на компетенциите на наставниците. Преку Европската рамка за дигитални компетенции на наставниците (Digital Competence Framework for Educators – DigCompEdu), на наставниците им се овозможува да го утврдат своето ниво на компетентност во дигиталната област (една од шесте области) и со тоа да ја утврдат својата индивидуална потреба за доквалификација (Redecker, 2017). Од друга страна, анализирајќи ја рамката на одделни компетенции кои се развиени од страна на Европската комисија и клучните компетенции за доживотно учење од Европската референтна рамка, согледуваме дека во националните стандарди за основно образование исто така се истакнува важноста на подрачјето за дигитална писменост. Ова подрачје алудира токму на активното вклучување и примена на технологијата во современото општество. Компетенциите со

кои е потребно да се стекнат учениците во текот на основното образование се однесуваат на правилно, етичко и безбедно користење на ИКТ, умешно и ефективно користење за решавање на проблемски ситуации, нови идеи, комуникација и соработка во и надвор од училиштето, создавање дигитални содржини и слично (Национални стандарди за постигањата на учениците на крајот од основното образование, 2021).

Влијанието на ИКТ врз наставниот процес е изразено преку улогата на наставникот во училищата. Пред имплементацијата на ИКТ во наставниот процес, наставниците ја имаат доминантната улога, како дистрибутери на знаења, информации и факти. Постепено улогата на наставникот се трансформира во насочувач/ментор кој го координира процесот на учење и стекнување знаења, преку упатства за користење на потребните ИКТ-алатки. ИКТ овозможува наставниот процес да стане порационален, намалувајќи ја потребната логистика на работа. Најчесто во практиката, примената на ИКТ во математиката е ограничена на интеракција помеѓу ученикот, компјутерот и знаењето, со што се објаснува несовпаѓањето помеѓу потенцијалната и реалната интеграција. Од самите почетоци на интеграцијата на ИКТ во училиштата, голем број на истражувачи ги анализирале факторите кои влијаат на прифаќањето и употребата на ИКТ од страна на наставниците во училиштата (Carap, 2012; Dudeney, 2007; Virkus, 2008; Zhang, 2013). Во нив се покажува дека главната бариера во интегрирањето на ИКТ биле наставниците, од причина што тие се истите личности кои го водат процесот на настава во училища. Со други зборови, интеграцијата на ИКТ во најголем степен зависи од личните фактори, дефинирани како самоперцепција. Согласно со позитивните ставови и високите очекувања на учениците од интеграцијата на ИКТ во воспитно-образовниот процес, се истакнуваат и клучните бариери во процесот на интеграција на ИКТ во училиштата: доверба, компетентност и ставови на наставниците кои го намалуваат процентот на примена на ИКТ (Chien, Wu and Hsu, 2014). Врз основа на приложените истражувања согледуваме дека улогата на наставниците во процесот на интеграција на ИКТ во наставата станува сè поважна, особено кога станува збор за користењето на ИКТ во педагогијата и остварувањето на нови воспитно-образовни цели. Од наставниците се бара креирање на креативно, интерактивно и забавно учење (Beaver et al., 2015). Утврдуваме дека успешната интеграција на ИКТ во наставата по сите наставни предмети (во нашиот случај во наставата по математика), во голем степен зависи од професионалниот развој на наставниците и од нивните дигитални (ИКТ) компетенции.

За да може да се развие интегрираниот пристап на ИКТ во наставата, во доменот на стекнување математички знаења, потребно е ИКТ од дополнителна активност да премине во основа за развивање на концептите и врските на наставната програма по математика, не изолирајќи се од наставните програми по другите наставни предмети. Тука се упатува барањето за прилагодување на наставните програми, согласно со новиот

трансформациски тренд (Vanden Eng et al., 2015) и континуирано следење на позитивните практики. Системот на планирање и креирање на наставните програми е потребно да го насочи своето вниманието кон прецизирање на формативните промени и кон имплицитното прогнозирање на промените. Секоја предвидена активност е неопходно да има јасни и недвосмислени цели, за да можат учениците понатаму да се фокусираат кон специфичните математички цели.

Од друга страна, пак влијанието на ИКТ го разгледуваме преку процесот на учење, односно преку учениците. Учениците имаат можност да ги истражат и разберат математичките концепти преку различни математички активности и апликации поврзани со реалниот живот, правејќи го учењето позначајно и порелевантно (Tachie, 2019; Valverde-Berrosco, Acevedo-Borrega and Cerezo-Pizarro, 2022). Во процесот на учење се нуди широк спектар на ресурси и технолошки алатки, приспособени на индивидуалните потреби и способности на учениците (Razali, 2019; Tomljenović and Zovko, 2016), поддржувајќи го процесот на самостојно учење и напредок со сопствено темпо. Користењето на ИКТ за сметање, цртање графикони и решавање на сложени математички проблеми, го подобрува квалитетот на изучување на содржините и го развива критичкото размислување (Das, 2019). Способноста на ИКТ е многу поголема од извршување на операции со броеви, креирање на графикони и слични функции. Поврзувањето на знаењето за ИКТ, математичките концепти и процеси, води до метакогнитивно знаење за сопствената брзина и точност со нумерички техники и рутини. Развивањето на способноста за користење на ИКТ ги насочува учениците да размислуваат на повисок степен, за да можат ефективно да ги применат соодветните ИКТ-алатки. На овој начин кај учениците започнуваат постепено да се развиваат вештините за решавање на проблеми, преку логичко и аналитичко размислување. Често на учениците им се задаваат математички проблеми во кои се содржани поголем број на податоци и барања за решавање на проблемската ситуација. Преку начинот на кој учениците решаваат, лесно може да се препознаат вештините за комбинирање на математичките знаења со ИКТ. Во процесот на решавање, учениците најпрво започнуваат со размислување на видот на пресметката која ќе ја користат, даваат проценка на одговорот, избираат методи на работа и доаѓаат до точната пресметка користејќи традиционален начин (пенкало и хартија), калкулатор или електронски документ во кој податоците се распоредени во редови и колони на табела (на пример: ексел-табела во која може лесно да се манипулира со податоците и да се користат готови формули).

Од сето ова, согледуваме дека всушност во процесот на интеграција на ИКТ, најголемо влијание имаат личните, педагошките, училишните и технолошките фактори.

Во студијата на Гавифекр и Роди (Ghavifekr and Rosdy, 2015), се истакнува дека наставата и учењето базирани на технологија се

поефективни во споредба со традиционалната училишница. Вклучувањето на ИКТ во наставата по математика им овозможува на наставниците на интерактивен и на динамичен начин да ги вклучат учениците во наставата. Интеграцијата на ИКТ, сама по себе им овозможува на наставниците и на учениците прифаќање на иновативните пристапи за учење, за кои се смета дека ги подготвуваат учениците за иден успех (Al-Ansi, Garad and Al-Ansi, 2021). Целта е да се стимулира развојот на учениците во ерата на модернизација, преку искористување на технолошките достигнувања за стекнување на поквалитетни и потрајни знаења. Ова го потврдуваме со тоа што денешниот процес на наставата и учењето е насочен кон активности за внесување иновации со помош на софистицирана технологија. Се очекува технологијата да им овозможи на новите генерации полесно да го осознаат својот потенцијал, интерес и талент (Sugiyanto, Kartowagiran and Jailani, 2015). Со други зборови, ИКТ игра клучна улога во севкупната модернизација на образованието, преку трансформација на традиционалната училишница во динамична и интерактивна средина за учење. Главна цел на образовните политики и реформи во секоја земја е да го развие својот образовен сектор во согласност со меѓународните стандарди (Tlepbergen, Akzhigitova and Zabrodskaја, 2022). Оттука и главна цел на надлежните институции за креирање на образовни политики е да обезбедат средства за подобрување на примената на напредни технологии во процесот на настава и учење во училишните институции.

Примена на ИКТ-алатки за стекнување математички знаења

Запознавањето со математиката како наука, нејзините основни принципи и концепти, математички операции, решавање на едноставни и сложени математички проблеми и слично, започнува во текот на првиот и вториот образовен циклус на основното образование. Процесот на стекнување математички знаења е заснован на основниот дидактички принцип – од едноставно кон сложено, така што се започнува од наједноставните математички поими и операции, усложнувајќи ги истите согласно со возрастите и со развојните способности на учениците. Предметот математика е еден од предметите на кои се става најголем акцент во текот на основното образование, заради пропорционален когнитивен развој на учениците, а со тоа и развој на логичкото и аналитичкото размислување. Веќе е познато дека трајните знаења кај учениците се стекнуваат токму преку интерактивно-визуелно учење, а примената на ИКТ-алатките го овозможува токму тоа, достапно само на еден клик преку компјутер, таблет, мобилен телефон и слично. Сведоци сме на новите животни трендови, каде традиционалната игра, сè повеќе се заменува со компјутерската игра. Во училиштата за реализирање на одредени цели сè почесто се користат компјутерските игри, со кои им се овозможува на учениците да учат на поинтересен начин. Компјутерските игри во училиште можат да се

користат само доколку ги задоволуваат потребите на наставата и учењето и се исполнети основните услови за нивна примена - соодветна опрема, образовен софтвер и подготвен наставен кадар (Делчева-Диздаревиќ, 2020). Заедно со предностите кои ги нуди технологијата, во секој случај присутна е и загриженоста од негативни ефекти. Учењето со помош на технички уреди мора да биде под надзор, затоа што во суштина сè е добро само ако се користи на позитивен начин.

Во овој дел подетално ќе елаборираме за примената на ИКТ-алатките во процесот на стекнување математички знаења и ќе направиме краток преглед на неколку спроведени истражувања во последниве неколку години, кои од различни аспекти ја проучуваат примената на ИКТ во процесот на учење на математиката во основното образование.

Табела 1: Преглед на истражувања

Референца	Истражувачки интерес	Заклучоци
(Gamit, 2023)	Перцепции за интеграција на ИКТ во наставата и учењето, со фокус на математиката (формирање основа за разбирање на броевите)	Позитивни резултати од интеграцијата на ИКТ: подобрување на квалитетот на наставата, зголемена мотивација за учење и помош при стекнување со нови вештини и компетенции
(Gutiérrez Zuluaga, Aristizabal Zapata and Rincón Penagos, 2020)	Образовен софтвер	Ставање акцент на визуализацијата, затоа што истата е најзначајна во процесот на стекнување знаења и нивно меморирање
(Lara Nieto-Márquez et al., 2020a)	Паметна платформа – Насмевни се и научи (Smile and Learn), со повеќе од 4.500 едукативни активности за деца/ученици на возраст од 3 до 12 години	Понатамошен развој на активности кои ги нуди платформата, проширувајќи го спектарот на активности преку интеграција на различни полиња со помош на игра
(Contreras García et al., 2019)	Користење на ресурси кои покажуваат случајност и употреба на веројатност. Предлог на најкористени виртуелни алатки кои можат да се користат во формалното предавање на веројатноста	Продлабочување на знаењата за концептите со помош на виртуелните алатки, покажување на релевантност на својства и процедури, како и надминување на тешкотиите во овој процес
(Zaranis, 2018)	Насочено учење со помош на ИКТ во стекнување на знаења од областа на геометријата	Интерактивен процес кој има позитивно влијание и ефект врз учењето и стекнувањето знаења, заради сликовитиот и динамичен приказ на геометриските математички концепти

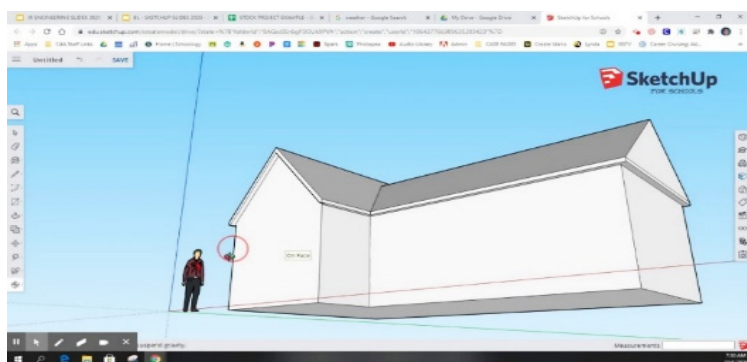
Како што може да забележиме, примената и влијанието на ИКТ-алатките за стекнување на математички знаења е област која е доста истражувана со релевантни теоретски и практични резултати, заради опсежноста и континуираните промени кои ни ги нуди самата проблематика. ИКТ-алатките кои се применуваат во текот на наставата и учењето на математиката како задолжителен предмет во основните училишта, можат да се поделат на следниот начин:

- **Интерактивна паметна табла (Interactive smart board)** - Во училищата, во текот на наставниот процес, скоро и да е неизбежна примената на т.н. интерактивни паметни табли, кои им овозможуваат на наставниците да вклучат мултимедијални елементи на одредени теми при реализација на целите (видеа, симулации и интерактивни игри), презентации, како и прибелешки и манипулација со содржините во реално време. Училишната средина станува многу поинтересна и поактивна за учениците, затоа што се овозможува поголема флексибилност во наставата и во процесот на учење. Користењето на интерактивните паметни табли го задржува вниманието на учениците и го подобрува разбирањето на математичките концепти.
- **Онлајн платформи** – Својата „популарност“ ја достигнаа со почетокот на пандемијата предизвикана од корона-вирусот. Платформите нудат широк опсег на ресурси и можат да вклучуваат: интерактивни содржини, задачи за увежбување на знаењата, квизови, форуми, прашалници, тестови за проверка и слично. Во прегледот на користената литература, го воочивме позитивното влијание на онлајн платформите во процесот на учење и стекнување на нови знаења на учениците од основно образование (Kliziene et al., 2021; Lara Nieto-Márquez et al., 2020b; Marbán et al., 2021).
- **Образовни софтвери** – Претставуваат збир од различни готови компјутерски програми, кои го помагаат и насочуваат учењето и ги задоволуваат наставните потреби (Стојановска, 2012). Постојат голем број на образовни софтвери кои имаат можност да ги поддржат, унапредат и да ги направат интересни наставата и учењето на математиката во класичната училишница. Врз основа на досегашното сознание, базирано на следење на образовните трендови, во продолжение ќе направиме осврт на најкористените софтвери во наставата и учењето на математика во основното образование: SketchUp, GeoGebra и Microsoft Mathematics.

1. SketchUp

Почетоците на SketchUp ги наоѓаме уште од 2006 година под името Google SketchUp - тродимензионален (3D) софтвер создаден

од страна на Google за олеснување на прикажувањето на објектите и воопшто на целосниот приказ на градовите на нивните сателитски мапи (Liveri, Xanthacou and Kaila, 2012). SketchUp може да се користи од моделирање на едноставни 3Д форми, сè до создавање на комплексни 3Д објекти. Оваа програма може да ја поттикне и стимулира креативноста и љубопитноста на учениците, а со тоа да го разбуди и нивниот интерес за дизајнирање. Примената на оваа програма во наставата по математика може да биде бесценета за темите и содржините на геометријата. Во наставните програми по математика, геометријата како тема започнува да се изучува уште во прво одделение. Досегашните практични искуства на наставниците, покажуваат дека учениците на почетокот имаат тешкотии во разграничувањето на формите, заради имагинативното визуализирање на некои 3Д форми. SketchUp може да ја олесни работата на наставниците и да ги зголеми ефективностa и ефикасноста во совладувањето на предвидените содржини во делот на на геометријата. Функциите кои ги нуди оваа програма подетално можат да се разгледаат и применат со нејзино преземање на линкот: <https://www.sketchup.com/en>.

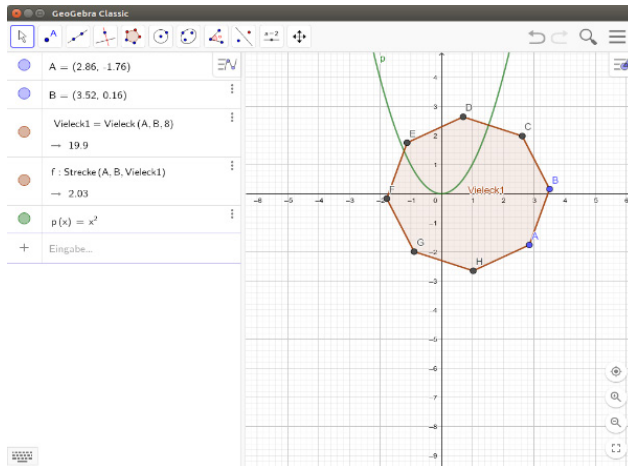


Слика 1: Пример за примена на SketchUp во училиште – креирање на куќа

2. GeoGebra

GeoGebra е динамичен математички софтвер/интерактивна апликација, која има можност да ги спои темите од наставната програма по математика (геометрија, алгебра, статистика, како и работа со податоци преку графички и табеларен приказ). Погодна е за наставата и за учењето на математиката во основно образование, па сè до високо универзитетско образование. За разлика од SketchUp (програма ориентирана кон 3Д дизајнирање), GeoGebra се одликува по визуализација на математичките концепти. Создадени се голем број на образовни софтверски апликации за геометриски конструкции и за решавање на аналитички и алгебарски

проблеми, но оваа е една од најдобрите компјутерски апликации за визуализација на математички концепти и илузии (Majerek, 2014). GeoGebra може да се преземе од официјалната веб-страница: <https://www.geogebra.org/>, што овозможува лесно и брзо вклучување на учениците во процесот на учење.



Слика 2: Пример за примена на GeoGebra во училиште – бележење на координати

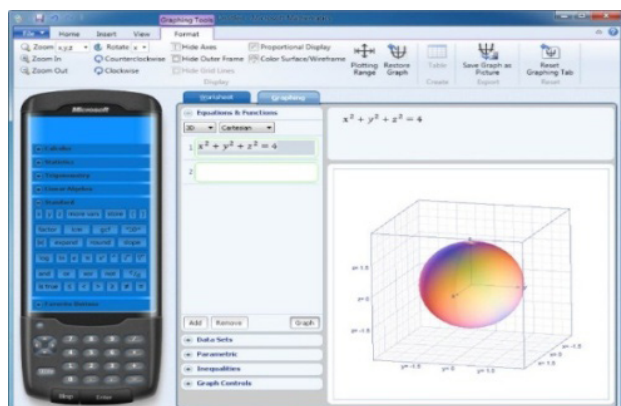
Во студијата на Јоханес и Чен (Yohannes and Chen, 2021), е направен преглед на трудови од базата на податоци на Web of Science од 2010 до 2020 година. Поголемиот дел од студиите се фокусирани на теми поврзани со геометрија и анализа, истражувајќи ги перформансите во учењето на учениците, нивното размислување на повисок степен, како и нивните ставови, мислења и перцепции. Од прегледот на студиите се покажува дека учењето по математика е засновано на стратегии кои вклучуваат активности и задачи за имплементација на GeoGebra.

3. Microsoft Mathematics

Microsoft Mathematics се применува при решавање проблеми од областа на линеарната алгебра, статистиката и тригонометријата. Тој е бесплатен софтвер на корпорацијата Microsoft. Работи врз основа на математички изрази и има асимболичен компјутерски систем. Позитивни ставови за примената на Microsoft Mathematics пронајдовме во истражувањето спроведено од страна на Октавијанти и Супријани (Oktaviyanthi and Supriani, 2015). Се покажува дека овој софтвер ја зголемува мотивацијата на учениците за активно вклучување во процесот на учење, како и подобро разбирање на материјалот кој се учи. Оваа ИКТ-

алатка може да се преземе од следниот линк: <https://microsoft-mathematics.en.up.todown.com/windows>.

Како и претходно споменатите софтвери SketchUp и GeoGebra, Microsoft Mathematics може да се применува за визуализација на математички концепти, со таа разлика што има опција за мерење на површината под кривите и повисоките графички прикази на алгебра и калкулус. Накратко, може да се каже дека Microsoft Mathematics е софтвер кој работи на повисоко математичко ниво, затоа што може да визуализира многу апстрактни и симболички претстави. Ова ни укажува на тоа дека овој софтвер е погоден за примена подоцна, односно во вториот образовен циклус на основното образование, затоа што потребни се претходни предзнаења и претстави за математичките концепти.



Слика 3: Пример за примена на Microsoft Mathematics во училиште – равенки и функции

Заклучок

Врз основа на синтеза на прочитаната литература, дојдовме до податок дека употребата на ИКТ во наставата и учењето на математика во основното образование има позитивно влијание во доменот на стекнување математички знаења на учениците. Според нашите сознанија, интерактивниот и пофлексибилен начин за стекнување знаења го привлекува интересот и ја зголемува мотивацијата за учење математика, ги подобрува постоечките перформанси и го поддржува конструктивистичкото учење и критичкото размислување. Користењето на ИКТ-алатки, како SketchUp, GeoGebra и Microsoft Mathematics, овозможува визуализација на математичките концепти и проблемски ситуации, со што стекнатите знаења можат да преминат во трајни и применливи.

За разлика од позитивните искуства кои преовладуваат кај учениците во процесот на учење, забележавме дека наставниците во

процесот на интеграцијата на ИКТ во наставниот процес се соочуваат со одредени ограничувања и предизвици, од типот на: промена на функциите кои ги извршува наставникот во процесот на планирање и реализација на наставата, недоволна обученост за работа со ИКТ-алатки и неприлагоденост на курикулумот.

Сè со цел да ја подобриме понатамошната интеграција на ИКТ во наставата и учењето на математика во основните училишта, во продолжение ќе истакнеме неколку препораки кои можат да послужат како добра основа за идно теоретско и практично истражување на оваа опсежна проблематика:

- Збогатување на иницијалното образование преку неформално и информално образование, затоа што времето во кое живееме, со целата своја динамичност, брзи промени и техничко-технолошки предизвици, ја изразува потребата од други типови на образование, освен формалното. Личноста има потреба од стекнување на нови сознанија, вештини и техники, преку кои ќе овозможи себенадоградување за подобар кариерен развој, како и задоволување на потребите во секојдневниот живот.
- Ставање акцент на професионалниот развој на наставниците, овозможувајќи им интерни и екстерни обуки (согласно со индивидуалните потреби) за подобрување на ИКТ-компетенциите. ИКТ, односно дигиталните компетенции спаѓаат во групата на специфични компетенции со кои се стекнува наставниот кадар и имаат големо влијание врз компетенциите со кои е потребно да се стекнат учениците во текот на основното образование. Фокусирајќи се конкретно на проблематика која е разработена во овој научен труд, всушност сакаме да ја истакнеме потребата од усогласено и паралелно развивање на дигиталната компетентност и компетентноста за математички науки, технологија и инженеринг, кои се вбројуваат во осумте клучни компетенции за доживотно учење. Развојот на овие компетенции кај наставниците во голем степен придонесува за учениците од основно образование да се стекнат со трансверзалните компетенции поврзани со определени предметни подрачја (дигитална писменост; математика и природни науки; техника, технологија и претприемништво), содржани во Националните стандарди за основно образование.
- Прилагодување и унапредување на математичкиот курикулум.
- Користење на нови наставни методи, средства и техники, согласно со новите образовни трендови, како и креирање на поголем број дигитални материјали за учење, образовни софтвери и онлајн платформи.
- Опременување на сите училишта со современа компјутерска опрема и алатки.

БИБЛИОГРАФИЈА:

- Al-Ansi, A.M., Garad, A. and Al-Ansi, A. (2021). ICT-Based Learning During Covid-19 Outbreak: Advantages, Opportunities and Challenges. *Gagasan Pendidikan Indonesia*, 2(1), pp.10–26. doi:<https://doi.org/10.30870/gpi.v2i1.10176>.
- Beaver, J., Hallar, B., Lucas, W. and Englander, K. (2015). *BLENDED LEARNING Lessons from Best Practice Sites and the Philadelphia Context PERC Research Brief*. [online] Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570360.pdf>.
- Capan, S.A. (2012). Teacher Attitudes towards Computer Use in EFL Classrooms. *Frontiers of Language and Teaching*, [online] 3, pp.248–254. Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3039714>.
- Chao, G.M. (2015). Impact of Teacher Training on Information Communication Technology Integration in Public Secondary Schools in Mombasa County. *Human Resource Management Research*, [online] 5(4), pp.77–94. Available at: <http://article.sapub.org/10.5923.j.hrmr.20150504.01.html>.
- Chien, S.P., Wu, H.K. and Hsu, Y.S. (2014). An investigation of teachers' beliefs and their use of technology-based assessments. *Computers in Human Behavior*, 31, pp.198–210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.037>.
- Contreras García, J.M., Ruiz, K., Ruz Ángel, F. and Molina Portillo, E. (2019). Recursos virtuales para trabajar la probabilidad en Educación Primaria. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 5(1), pp.72–80. doi:<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2019.v5i1.5240>.
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, [online] 7(4), pp.19–28. Available at: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1245150>.
- Делчева-Диздаревик, Ј. (2020). *Дидактика на јазично подрачје*. Скопје: Арс Ламина.
- Duan, C., Guo, D., Xie, J. and Zhang, J. (2020). The Impact of ICT Advances on Education: a Case Study. In: *Information System and Computer Engineering (CISCE)*. International Conference on Communications. pp.68–73. doi:<https://doi.org/10.1109/CISCE50729.2020.00020>.
- Dudeney, G. (2007). *The Internet and the Language Classroom: A Practical Guide for Teachers*. [online] Google Books. Cambridge University Press. Available at: https://www.google.mk/books/edition/The_Internet_and_the_Language_Classroom/WGGGLt9ne7EC?hl=en&gbpv=1.
- Gamit, A.M. (2023). ICT Integration in Elementary School for Mathematics

Subject. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, [online] 22(2). Available at: <https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/6978>.

- Ghavifekr, S. and Rosdy, W.A.W. (2015). Teaching and Learning with Technology: Effectiveness of ICT Integration in Schools. *International Journal of Research in Education and Science*, [online] 1(2), pp.175–191. doi:<https://doi.org/10.21890/ijres.23596>.
- Gutiérrez Zuluaga, H., Aristizabal Zapata, J.H. and Rincón Penagos, J.A. (2020). Procesos de visualización en la resolución de problemas de matemáticas en el nivel de básica primaria apoyados en ambientes de aprendizaje mediados por TIC. *Sophia*, 16(1), pp.120–132. doi:<https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.975>.
- Hansson, S.O. (2019). Technology and Mathematics. *Philosophy & Technology*, 33(1), pp.117–139. doi:<https://doi.org/10.1007/s13347-019-00348-9>.
- Hardman, J. (2019). Towards a pedagogical model of teaching with ICTs for mathematics attainment in primary school: A review of studies 2008–2018. *Heliyon*, [online] 5(5). doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01726>.
- Joshi, D.R. (2017). Influence of ICT in Mathematics Teaching. *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*, [online] 3(1), pp.7–11. Available at: https://www.researchgate.net/publication/335207180_Influence_of_ICT_in_Mathematics_Teaching.
- Kaware, S.S. and Sain, S.K. (2015). *ICT Application in Education: An Overview*. [online] 2, pp. 25-32. www.scirp.org. Available at: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1821412>.
- Kliziene, I., Taujanskiene, G., Augustiniene, A., Simonaitiene, B. and Cibulskas, G. (2021). The Impact of the Virtual Learning Platform EDUKA on the Academic Performance of Primary School Children. *Sustainability*, 13(4). doi:<https://doi.org/10.3390/su13042268>.
- Lara Nieto-Márquez, N., Baldominos, A., Cardeña Martínez, A. and Pérez Nieto, M.Á. (2020). An Exploratory Analysis of the Implementation and Use of an Intelligent Platform for Learning in Primary Education. *Applied Sciences*, 10(3). doi:<https://doi.org/10.3390/app10030983>.
- Liveri, A., Xanthacou, Y. and Kaila, M. (2012). The Google Sketch Up Software as a Tool to Promote Creativity in Education in Greece. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, pp.1110–1117. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.040>.
- Majerek, D. (2014). Application of GeoGebra for teaching mathematics. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8, pp.51–54. doi:<https://doi.org/10.12913/22998624/567>.

- Marbán, J.M., Radwan, E., Radwan, A. and Radwan, W. (2021). Primary and Secondary Students' Usage of Digital Platforms for Mathematics Learning during the COVID-19 Outbreak: The Case of the Gaza Strip. *Mathematics*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.3390/math9020110>.
- Национални стандарди за постигањата на учениците на крајот од основното образование. (2021). Министерство за образование и наука и Биро за развој на образованието. <https://www.bro.gov.mk/wp-content/uploads/2023/02/Nacionalni-%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%94%D0%98-%D1%83%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8.pdf>.
- Oduma, C.A. and Ile, C.M. (2014). ICT Education for Teachers and ICT Supported Instruction: Problems and Prospects in the Nigerian Education System. *African Research Review*, 8(2), pp.199–216. doi:<https://doi.org/10.4314/afrrrev.v8i2.12>.
- Oktaviyanthi, R. and Supriani, Y. (2015). Utilizing Microsoft Mathematics in Teaching and Learning Calculus. *Journal on Mathematics Education*, 6(1), pp.63–76. doi:<https://doi.org/10.22342/jme.6.1.1902.63-76>.
- Razali, H.A.M. (2019). Pedagogy 21 Century from Perspective Information and Communication Technology (ICT): The Application in Learning. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 3(1), pp.56–62. doi:<https://doi.org/10.20961/ijscs.v3i1.32480>.
- Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. *RePEc: Research Papers in Economics*. doi:<https://doi.org/10.2760/178382>.
- Стојановска, В. (2012). Наставни медиуми. Скопје: Соларис Принт.
- Sugiyanto, S., Kartowagiran, B. and Jailani, J. (2015). PENGEMBANGAN MODEL EVALUASI PROSES PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SMP BERDASARKAN KURIKULUM 2013. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 19(1), pp.82–95. doi:<https://doi.org/10.21831/pep.v19i1.4558>.
- Tachie, S.A. (2019). Challenges and opportunities regarding usage of computers in the teaching and learning of Mathematics. *South African Journal of Education*, 39(2), pp.1–10. doi:<https://doi.org/10.15700/saje.v39ns2a1690>.
- Tlepbergen, D., Akzhigitova, A. and Zabrodskaia, A. (2022). Language-in-Education Policy of Kazakhstan: Post-Pandemic Technology Enhances Language Learning. *Education Sciences*, 12(5). doi:<https://doi.org/10.3390/educsci12050311>.
- Tomljenović, K. and Zovko, V. (2016). The Use of ICT in Teaching Mathematics - A Comparative Analysis of the Success of 7th Grade Primary School Students. *Croatian Journal of Education - Hrvatski časopis za odgoj i*

obrazovanje, 18. doi:<https://doi.org/10.15516/cje.v18i0.2177>.

- Valverde-Berrocso, J., Acevedo-Borrega, J. and Cerezo-Pizarro, M. (2022). Educational Technology and Student Performance: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, 7. doi:<https://doi.org/10.3389/educ.2022.916502>.
- Vanden Eng, J.L., Chan, A., Abílio, A.P., Wolkon, A., Ponce de Leon, G., Gimnig, J. and Morgan, J. (2015). Bed Net Durability Assessments: Exploring a Composite Measure of Net Damage. *PLOS ONE*, 10(6). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128499>.
- Virkus, S. (2008). Use of Web 2.0 technologies in LIS education: experiences at Tallinn University, Estonia. *Program: Electronic library and information systems*, 42(3), pp.262–274. doi:<https://doi.org/10.1108/00330330810892677>.
- Yohannes, A. and Chen, H.-L. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, pp.5682–5697. doi:<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>.
- Zaranis, N. (2018). Comparing the Effectiveness of Using ICT for Teaching Geometrical Shapes in Kindergarten and the First Grade. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 13(1), pp.50–63. doi:<https://doi.org/10.4018/ijwltt.2018010104>.
- Zhang, C. (2013). A Study of Internet Use in EFL Teaching and Learning in Northwest China. *Asian Social Science*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.5539/ass.v9n2p48>.