

Др Радослав Божић

ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА У НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

Увод

Током последњих неколико година, вештачка интелигенција (ВИ) је тема у скоро свим сегментима живота, па тако није заобишла ни образовање. Неке од апликација, заснованих на вештачкој интелигенцији, нашле су примену и у математичком образовању, док су неке наменски креиране како би се користиле у учењу математике. Поједини ученици радо користе овакве апликације, како би себи олакшали рад. Досадашња примена апликација заснованих на вештачкој интелигенцији (ВИ апликације) показала је да уношење оваквих иновација у процес наставе и учења има и добре и лоше стране. Од начина њихове примене зависи да ли ће преовладати предности или недостаци.

Образовне технологије оријентисане на вештачку интелигенцију

Вештачка интелигенција је све присутнија у образовању, кроз апликације различите намене. Последњих година, развијени су бројни интелигентни системи подучавања, који прилагођавају наставне материјале, приступ и садржаје индивидуалним потребама ученика, чиме омогућавају персонализацију учења и усклађивање наставних садржаја са специфичностима сваког ученика. Ови системи су дизајнирани тако да симулирају понашање предавача, а користе алгоритме машинског учења и обраду природног језика како би интерпретирали податке, реаговали на потребе ученика и динамички прилагођавали наставу. Такође, све су присутнији различити чет-ботови и виртуелни асистенти, којима су додатно осавременењени и унапређени постојећи алати, намењени примени у образовању.

Примена вештачке интелигенције је значајно допринела унапређивању квалитета асистивне технологије, која омогућава превазилажење препрека у учењу ученицима са сметњама у развоју, ученицима који говоре различите језике и сл, чиме доприноси инклузивнијем образовању. У настави нарочито долази до изражаја њена примена у креирању такозваних паметних садржаја – различитих динамичких текстова, слика или видео записа, који се могу мењати и прилагођавати окружењу, потребама корисника, итд. Креирање оваквих садржаја

нарочито је унапређено развојем генеративне вештачке интелигенције. У савременом образовању, све више добијају на значају симулације реалних ситуација, чији је квалитет значајно побољшан применом вештачке интелигенције.

Такође су развијени различити аутоматизовани системи за оцењивање, који имају за циљ да значајно убрзају и олакшају оцењивање, као и да елиминишу људске грешке и пристрасност. Овакви системи садрже аналитику учења, која наставницима пружа детаљан увид у напредак и потешкоће сваког ученика појединачно. Осим свега наведеног, вештачка интелигенција се, у свим делатностима, па и у образовању, све чешће примењује у сврху унапређивања административне подршке и комуникације.

Осим бројних предности, примена вештачке интелигенције у образовању довела је и до нових изазова. Ови изазови се најчешће односе на заштиту приватности и безбедност података ученика. Такође, постоји ризик од необјективности појединих алгоритама, који, уколико нису пажљиво дизајнирани, могу појачати постојеће образовне неједнакости. Осим наведених, значајан изазов представља недовољна обученост наставника и ученика да користе овакве технологије на одговарајући начин.

Вештачка интелигенција у математичком образовању

Експанзија вештачке интелигенције у образовању није заобишла ни наставу математике. Апликације засноване на вештачкој интелигенцији, намењене примени у математичком образовању, постоје већ дужи низ година, али у последње време су додатно осавремене и све заступљеније, а креиран је велики број нових апликација, које пружају различите могућности.

Могућности које пружа апликација заснована на вештачкој интелигенцији, у највећој мери, зависе од компоненти вештачке интелигенције које апликација поседује. Ове компоненте се разликују, а могу се комбиновати у оквиру једне апликације. У даљем тексту биће дат кратак преглед неких од компоненти вештачке интелигенције, са нагласком на њиховој примени у изучавању математичких садржаја.

NLP (Natural Language Processing) – Обрада природног језика

Ова компонента представља способност ВИ система да разуме, интерпретира и генерише људски језик. Људски језик у оквиру ВИ апликације која поседује NLP компоненту може бити генерисан писмено или усмено. Када је у питању примена у математици, ова компонента омогућава примену вербалне репрезентације, односно уношење математичког задатка у природном језику (на пример, задавањем команде „Одреди нуле функције $y = 2x^2 - 3x + 1$ “). Овакву наредбу ВИ апликација интерпретира као математички проблем. Способност обраде природног језика и могућност коришћења вербалне репрезентације у комуникацији са ВИ апликацијом, уколико се користе на одговарајући начин, могу допринети прецизнијем изражавању ученика, када су у питању објашњења математичких проблема.

LLM (Large Language Model) - Велики језички модел

Велики језички модели представљају моделе вештачке интелигенције, обучене за разумевање структуре језика и концептата, као и за генерисање одговора. Овакви модели су обучени на великом броју параметара, који може ићи и до неколико десетина, па и стотина милијарди. На основу претходно наведеног можемо закључити да велики језички модели имају и могућност обраде природног језика, те се може сматрати да представљају нешто напреднију компоненту, која пружа веће могућности у односу на NLP. LLM модели могу да објашњавају математичке појмове као и њихове особине и међусобне односе, да анализирају грешке у решавању различитих математичких проблема, као и да воде ученике кроз процесе решавања математичких проблема као лични тутори.

Компјутерски вид (Computer Vision)

Ова компонента представља способност вештачке интелигенције да „види“ и интерпретира визуелне податке као што су слике, рукопис или скенирани текст. Апликације, које поседују компјутерски вид, имају способност да препознају рукописане или штампане математичке задатке, те да их претворе у дигитални облик, ради даље анализе и решавања. У зависности од квалитета компјутерског вида апликације, препознавање рукописа може бити мање или више поуздано. Последњих година ова компонента је значајно унапређена и већина апликација, које је поседују, успешно препознају писани текст, укључујући и симболичке записе.

Симболичко рачунање (Symbolic Computation)

Симболичко рачунање је рачунарска способност да манипулише, не само бројевима, него и симболима. Апликације које поседују ову компоненту пружају могућност кориснику да, осим израчунавања резултата неке аритметичке операције, израчунава вредности и упростилава сложеније изразе, да изводи формуле и да врши сложеније операције. Ова компонента је већ дуго присутна у бројним софтверским пакетима, који се примењују у изучавању математичких садржаја. У новије време је додатно унапређена.

Адаптивни алгоритми (Adaptive Learning Algorithms)

Адаптивни алгоритми представљају систем заснован на вештачкој интелигенцији, који прати одговоре ученика и прилагођава ниво задатака на основу нивоа знања које ученик показује. Ова компонента обезбеђује персонализован план учења, који се фокусира се на потешкоће са којима се ученик сусреће у раду, а са циљем њиховог превазилажења.

Интелигентни туторски системи (ITS - Intelligent Tutoring Systems)

Интелигентни туторски системи засновани су на вештачкој интелигенцији, а понашају се као виртуелни наставници, тако што прате рад ученика, воде их кроз процес решавања задатака и дају повратну информацију. Када је у питању математичко образовање, овакви системи су погодни за анализу решења јер, уместо да само пруже одговор, објашњавају зашто је нешто тачно или нетачно.

ML (Machine Learning) - Машинско учење

Машинско учење представља скуп алгоритама који омогућавају ВИ систему да учи из података и побољшава перформансе без експлицитног програмирања. У математичком образовању се најчешће примењују за анализу образаца у грешкама ученика, персонализацију садржаја, итд.

Преглед ВИ апликација и платформи намењених примени у изучавању математичких садржаја

Када говоримо о апликацијама које имају примену у изучавању математичких садржаја, неке од ових апликација су креиране наменски и нису прилагођене за коришћење у друге сврхе. Међутим, велики је број апликација које имају различите намене, али се, између осталог, могу успешно применити и у изучавању математичких садржаја. Такође, велики је број апликација које нису засноване на вештачкој интелигенцији, а које су дуго успешно примењиване у изучавању математичких садржаја. Када је реч о овим апликацијама, многе од њих су, последњих година, додатно унапређење имплементацијом неке од компоненти вештачке интелигенције. У даљем тексту биће дат преглед неких од ВИ апликација које имају значајну примену у изучавању математичких садржаја.

Photomath (<https://photomath.com/>)

Ова апликација је креирана за коришћење на паметним телефонима и таблет уређајима, а омогућава корисницима да фотографишу руком написане или штампане математичке задатке, док апликација решава задатак и, корак по корак, објашњава решење. *Photomath* користи компјутерски вид за препознавање рукописа и математичких симбола, као и NLP за генерисање објашњења. Веома је корисна за самостално учење, посебно код решавања задатака у којима се појављују сложенији изрази. Може се успешно користити за проверу добијеног решења. Ученици је често користе за решавање задатака. Оваква примена може довести до нежељених ефеката, као што су умањење способности за самосталан рад и недовољна оствареност исхода учења.

Такође, свака апликација, па и ова, може направити грешку и због тога је важно контролисати решења и поступке које је генерисала апликација. Већина ових грешака настаје услед погрешног читавања писаног текста, али се догађа да дође до грешке у поступку решавања задатка. Развијена је и комерцијална апликација, *PhotomathPlus*, која пружа већи број могућности у односу на основну (бесплатну) верзију. Иначе, *Photomath* је, међу ученицима у Србији, вероватно најпознатија апликација ове врсте.

Symbolab (<https://www.symbolab.com/>)

Ова апликација омогућава унос сложених математичких задатака (алгебра, тригонометрија, интегрални, диференцијалне једначине) и даје потпуно објашњење решења. Може се користити помоћу претраживача и не захтева инсталацију. Користи алгоритме за симболичку манипулацију и има могућност аутоматизованог решавања задатака и анализе корака. Омогућава и унос текста, али је, за успешну

примену ове опције, потребно добро познавање енглеског језика. Апликација је нарочито погодна за ученике и студенте који савладавају математичко градиво на напредном нивоу и показују интересовање за решавање сложенијих проблема. Када су у питању објашњења која даје апликација, постоје значајна ограничења у бесплатној верзији.

Mathway (<https://www.mathway.com/>)

Mathway је веома популарна мобилна и веб апликација за решавање математичких задатака, која пружа објашњења корак по корак. Користи NLP и алгоритме за симболичко решавање израза. Такође, користи и компјутерски вид, па је могуће унети проблем путем фотографије, док мобилна апликација омогућава фотографисање проблема. Погодна је за решавање проблема из различитих математичких дисциплина, али и других наука, као што су физика и хемија. Апликација је једноставна за употребу. Ипак, детаљна објашњења су доступна само у плаћеној верзији.

MathGPT (<https://math-gpt.org/>)

Апликација *MathGPT* у основи користи бот *ChatGPT*, с тим да је прилагођена решавању математичких проблема. Користи велике језичке моделе, обучене на математичком садржају, у циљу генерисања објашњења и решења. Омогућава вербални опис проблема, као и унос путем фотографије. Подржава већи број језика и омогућава успешну комуникацију са чет-ботом на српском језику.

Погодна је за дијалогско учење кроз постављање питања, решавање задатака и добијање објашњења у реалном времену. Уколико корисник не постави питање довољно прецизно, велика је могућност да ће добити погрешан или непотпун одговор. Зато је често неопходно постављати потпитања и давати додатна објашњења, како би решење проблема и објашњење било поуздано. Овакав вид комуникације је погодан за унапређивање способности ученика за коришћење вербалне репрезентације, односно за оспособљавање ученика за правилно математичко изражавање.

MathGPT пружа кориснику различите репрезентације решења, укључујући и визуелну. Такође, пружа могућност креирања видео записа читавог поступка решавања проблема. Креирање видео записа на српском језику још увек није довољно усавершено, па је нешто већа могућност појаве грешака. Апликација се може користити помоћу претраживача, без инсталирања, а бесплатна верзија омогућава кориснику постављање ограниченог броја питања у току једног дана.

Mathos AI (<https://www.mathgptpro.com/>)

Mathos AI је новија AI платформа, која омогућава решавање математичких задатака различитих нивоа тежине, уз детаљно објашњење. Користи машинско учење и NLP у циљу персонализовања и унапређивања разумевања концепата. Слично као *MathGPT*, ова апликација користи бот *ChatGPT*, што омогућава комуникацију на природном језику. Подржан је и српски језик. Користи компјутерски вид, па је могуће уношење проблема помоћу фотографије. Поседује и

могућност турског рада, што је чини погодном за учење по прилагођеном темпу. Значајно својство ове апликације је способност анализирања грешака, начина на који су настале и могућности за њихово отклањање и превенцију будућих грешака. Бесплатна верзија има бројна ограничења, која се, пре свега, огледају у времену коришћења.

Julius AI (<https://julius.ai/>)

Julius AI је генеративна платформа, заснована на вештачкој интелигенцији, дизајнирана за рад са подацима и анализу података. Поседује могућност разумевања и обраде математичких табела и формула. Користи велике језичке моделе за анализу података у реалном времену. Платформа *Julius AI* је заснована на програмском језику Python, а интегрисана је са ботом *ChatGPT*. Има могућност уноса проблема путем вербалне репрезентације, односно комуникацију на говорном језику, укључујући и српски.

Ова платформа је посебно корисна за наставнике, студенте и истраживаче у техничким наукама. Бесплатна верзија омогућава ограничен број упита на месечном нивоу. Поузданија је и функционалнија за рад са подацима, аутоматизацију и визуализацију, у односу на сличне платформе и апликације, док су, са друге стране, *MathGPT* и *MathosAI* нешто бољи избор за решавање чисто математичких проблема и примену у образовању.

Socratic by Google (<https://www.homeworkanswers.ai/>)

Апликација користи компоненте вештачке интелигенције за решавање проблема из различитих предмета, укључујући математику. Користи NLP, компјутерски вид и дубоко учење за разумевање питања и генерисање одговора. Омогућава описивање проблема, односно коришћење вербалне репрезентације проблема. Овакав опис проблема је могућ и на српском језику, али апликација генерише одговоре на енглеском, односно неком од подржаних језика, међу које не спада српски. Такође, примена компјутерског вида омогућава кориснику да унесе фотографију задатка и да добије решење са детаљним образложењем. Будући да је намењена примени у различитим предметима, ова апликација се може успешно користити за међупредметно повезивање и сарадњу. Апликација се може користити бесплатно.

Wolfram Alpha (<https://www.wolframalpha.com/>)

Ова апликација је креирана како би могла да решава математичке задатке, пружајући притом детаљна аналитичка објашњења, укључујући и визуелизацију. Апликација користи симболичко рачунарство, NLP и експертне алгоритме за обраду упита и генерацију решења. Може се користити онлајн, путем рачунара или телефона и не захтева инсталацију. Одлична је за анализу, визуелизацију и симболичка решења.

Апликација *Wolfram Alpha* је развијена на основу ранијег софтвера, *Wolfram Mathematica*. Овај софтвер се и даље користи у позадини и врши различите математичке операције. Старије верзије *Wolfram Alpha* су подржавале само симболички унос проблема, док актуелна верзија омогућава унос проблема

путем природног језика, односно коришћењем вербалне репрезентације. Ипак, ова апликација још увек не подржава комуникацију на српском језику.

Будући да је усавршавана годинама, те да се континуирано ради на њеном унапређивању и обогађивању садржајима, апликација *Wolfram Alpha* је мање склона прављењу грешака у односу на неке друге сличне апликације. Због тога је погодна за решавање сложенијих проблема. Бесплатна верзија има одређена ограничења, која се огледају, пре свега, у томе да су објашњења мање детаљна, као и да комерцијална верзија омогућава квалитетнију визуелизацију.

ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces -
<https://www.aleks.com/>)

ALEKS представља адаптивну платформу за учење математике, али и других предмета, која прати напредак ученика и прилагођава садржај њиховим потребама. Користи статистичко моделирање и адаптивне алгоритме за прецизно одређивање нивоа знања и образовних потреба ученика. Пгодна је за персонализовано учење и праћење постигнућа ученика, укључујући и препознавање потешкоћа са којима се ученици суочавају током процеса учења. Платформа је комерцијална, тако да је, без надокнаде, могуће коришћење искључиво пробне верзије, која омогућава увид у карактеристике платформе, али без могућности шире примене.

Khan Academy (<https://www.khanacademy.org/>)

Khan Academy је бесплатна платформа са великим бројем видео лекција и задатака, која постоји близу 20 година, али до скоро није користила вештачку интелигенцију. Пратећи савремене трендове у образовању, у новијим верзијама ове платформе интегрисан је ВИ тутор. У питању је GPT-модел који помаже у објашњавању, охрабрује ученике и поставља подстицућа питања. Оваква имплементација ВИ татора додатно је унапредила квалитет платформе и учинила је веома погодном за самостално учење.

GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>)

GeoGebra је бесплатан образовни софтвер, намењен примени у математичком образовању. Постоји око 20 година и веома је популаран међу наставницима широм света, па и у Србији. Овај софтвер није заснован на вештачкој интелигенцији нити је, до пре неколико месеци, поседовао компоненте вештачке интелигенције. Међутим, крајем 2024. године, у овај софтвер су имплементиране неке од ВИ компоненти које, пре свега, имају за циљ да омогуће вежбање задатака, тако што би ученик решавао задатак корак по корак, док би софтвер пратио рад ученика, указивао на грешке и давао савете и смернице по потреби. На овај начин, *GeoGebra* софтвер би се могао успешно применити код прилагођеног учења. За сада је комуникација са софтвером могућа само на симболичком језику и ова опција је у зачетку. Даљи развој ће показати да ли ће и у којој мери успети имплементација ВИ компоненти у образовни софтвер *GeoGebra*. Такође, овај софтвер се може успешно интегрисати са осталим ВИ апликацијама, са којима се може користити у комбинацији.

Предности и недостаци примене ВИ апликација у математичком образовању

Карактеристике апликација заснованих на вештачкој интелигенцији омогућавају бројне предности примене ових апликација у различитим сегментима математичког образовања, како у редовној настави, тако и код самосталног учења. Допринос примене ових апликација показала су и бројна истраживања, спроведена током последњих неколико година.

Напреднији ВИ алати могу визуализовати, анализирати и симболички решити сложене математичке задатке за чије би решавање, без одговарајућег софтвера, било потребно много времена. Такође, могуће је решавање нестандартних математичких проблема, какве, без напредних алатки, не би било ни могуће решити. Неке од ових апликација омогућавају различите начине уноса података (симболички запис, природни језик, унос фотографије и сл). ВИ алати могу решавати задатке „корак по корак“, дајући притом детаљна објашњења. Ова карактеристика је посебно корисна за ученике који уче самостално или имају потешкоћа у савладавању одређеног дела градива.

Примена одговарајућих ВИ апликација омогућава успешну реализацију персонализованог учења. Ове апликације могу анализирати рад и напредовање сваког ученика, а затим прилагодити задатке, објашњења и темпо учења индивидуалним потребама ученика. Аутоматизовано прегледање, генерисање задатака и анализа резултата доприносе уштеди времена наставника, чиме им омогућавају да се више посвете индивидуалном раду са ученицима.

Неки од ових алата су бесплатни или лако доступни на мобилним уређајима, што омогућава широку примену истих, без обзира на одређене препреке са којима се можемо суочити. Интерактивне ВИ апликације омогућавају начин учења путем разговора, чиме се повећава ангажовање ученика. Примена оваквих апликација може допринети бољој мотивацији ученика за рад. Важно је напоменути да, иако у почетку нису биле толико поуздане, ове апликације се конституирају унапређују, што је довело до значајног смањења броја грешака које настају и до знатно веће поузданости ВИ апликација. Веома важна карактеристика ВИ алата јесте и способност машинског учења, што, код појединих ВИ апликација, омогућава кориснику да обучава апликацију и да је додатно унапређује за своје потребе и будуће коришћење.

Осим бројних предности, примена ВИ алата у настави и учењу математике носи са собом и бројне изазове, а потенцијално и одређене недостатке. Неки од изазова су техничке природе. Наиме, многи ВИ алати захтевају стабилну интернет везу и модерне уређаје, што може представљати проблем у срединама са ограниченим ресурсима. Упркос значајном напретку, када је у питању поузданост оваквих алата и даље постоји могућност да ће, током коришћења, повременио давати нетачне, непотпуне или неодговарајуће одговоре, што може довести до забуне. Досадашња пракса је показала да вештачка интелигенција, у великом броју случајева, не заступа своја решења. Ово се огледа у чињеници да ће, веома често, када корисник сугерише да понуђено решење није тачно, софтвер

прихватити ту сугестију и неће покушати да одбрани свој претходни закључак, чак и када је он тачан.

Доступност ВИ апликација и алата доводи до тога да се ученици, уколико нису оспособљени за њихово правилно коришћење, сувише ослањају на помоћ ових алата, неретко препуштајући сав посао око решавања задатка апликацији. Ово за последицу има губитак самосталности у раду и изостајање учења. Будући да ВИ апликације често пружају директна решења, постоји могућност да дође до ограничавања развоја логичког размишљања ученика и способности самосталног решавања проблема.

Уколико се, у самом наставном процесу, превише користе ВИ алати, односно уколико се и наставници сувише ослоне на ове алате, може доћи до умањења улоге наставника у наставном процесу и, у неким случајевима, до урушавања ауторитета наставника. Осим свега наведеног, многи ВИ системи прикупљају и анализирају податке о корисницима, па је од изузетног значаја вођење рачуна о заштити приватности ученика.

Већина описаних изазова и потенцијалних недостатака може се успешно превазићи, односно избећи, уколико се алати засновани на вештачкој интелигенцији примењују на одговарајући начин. Да би се то постигло, неопходно је да сви учесници образовног процеса (наставници и ученици) буду оспособљени за њихово правилно коришћење. За наставнике је пожељно да се, кроз различите обуке, самосталним радом и сарадњом са колегама, упознају темељно са коришћењем ВИ апликација примењивих у њиховим предметима. Међутим, похађање једне или више обука није довољно без самосталног рада наставника. ВИ алати се развијају и унапређују свакодневно, па је неопходно континуирано пратити новине у свету вештачке интелигенције, односно њене примене у математици и математичком образовању.

Наставници би требало да оспособе и ученике за правилно коришћење ВИ апликација. Овде је пре свега важно навикавати ученике да алатке засноване на вештачкој интелигенцији треба да користе само као помоћ у учењу, односно за превазилажење потешкоћа у савладавању неког дела градива, а не као замену за сопствени рад на решавању задатака. Како би се смањила могућност настанка грешака, неопходно је оспособити ученике да прецизно формулишу проблеме и да одаберу одговарајућа питања, као и да, по потреби, постављају потпитања чет-боту, уколико процене да нису добили очекивани одговор. Такође, важно их је оспособити да правилно тумаче добијене резултате. На крају, наставници и ученици морају бити свесни чињенице да ниједан, па чак ни најсавременији алат није непогрешив, односно да морају пажљиво да провере сваки добијени резултат.

Као што им назив каже, ВИ апликације су алат и треба да остану алат - средство у рукама наставника и ученика. Вештачка интелигенција не треба (нити, у овом тренутку, може) да замени наставника. Она може само да га подржи, односно да допринесе успешној реализацији наставног процеса. Људски фактор у образовању је и даље незаменљив. Емпатија и разумевање, као и способност да се ученик охрабри и мотивише су особине које ниједна машина не може да развије у оној мери у којој то може наставник. Квалитетан приступ приступ подразумева

комбинацију технолошке подршке и педагошке стручности, при чему наставник користи ВИ као алат који му омогућава да се фокусира на суштину наставног процеса. Примена вештачке интелигенције у настави математике још увек није довољно истражена, тако да је потребно спровести већи број истраживања, чији ће резултати допринети унапређивању квалитета наставе, обogaћене применом вештачке интелигенције.

Закључно, образовне технологије оријентисане на вештачку интелигенцију представљају снажан ресурс за унапређење квалитета наставе и учења. њихова успешна примена зависи од пажљивог планирања, етичке одговорности и континуиране едукације наставног кадра. Уколико се буде користила на одговарајући начин, ова технологија може допринети праведнијем, динамичнијем и ефикаснијем образовању за све.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. K. Bawaneh, S. M. Al-Salman, T. M. A. Salem, T. A. Faek, *AI shaping the future of education: Science and math teachers' satisfaction level and motivating factors towards integrating artificial intelligence in teaching and learning*, International Journal of Information and Education Technology, **15** (3) (2025), 496–509.
<https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.3.2261>
- [2] G-J. Hwang, Y. F. Tu, *Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review*, Mathematics, **9** (6):584 (2021). <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- [3] M. Z. B. Mohamed, R. Hidayat, N. N. B. Suhaizi, N. B. M. Sabri, M. K. H. B. Mahmud, S. N. B. Baharuddin, *Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review*, International Electronic Journal of Mathematics Education, **17** (3) (2022), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- [4] National Council of Teachers of Mathematics, *Artificial Intelligence and Mathematics Teaching: A Position of the National Council of Teachers of Mathematics* (February 2024). <https://www.nctm.org/standards-and-positions/Position-Statements/Artificial-Intelligence-and-Mathematics-Teaching/>
- [5] O. A. G. Opesemowo, *Artificial Intelligence in Mathematics Education: The Pros and Cons*, IGI Global, 2025.
- [6] J. Paladines, J. Ramirez, *A systematic literature review of intelligent tutoring systems with dialogue in natural language*, IEEE Access, **8** (2020), 212123-212138.
- [7] D. Passey, S. Taggart, S. Leow, C. E. Lee, *Generative artificial intelligence and education: Research, policy and practice*, Studies in Technology Enhanced Learning, **4** (1) (2024), 1–9. <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.001efa82>
- [8] M. A. Tashtoush, Y. Wardat, R. A. Ali, S. Saleh, *Artificial intelligence in education: Mathematics teachers' perspectives, practices and challenges*, Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics, **5** (1) (2024). DOI: 10.52866/ijcsm.2024.05.01.004
- [9] S. Van Vaerenbergh, A. Prez-Suay, *A classification of artificial intelligence systems for mathematics education*, In: P. R. Richard, P. Vlez, S. van Vaerenbergh (eds.): *Mathematics education in the age of artificial intelligence*, Springer Nature, 2021.

Универзитет Едуконс, Учитељски факултет, Сремска Каменица
E-mail: radoslav.bozic@gmail.com