

УДК 373.2.091.33:004.8

37.015.3-053.4

Оригинални научни рад

Примљен 17/7/2024

Прихваћен 5/8/2024

doi:10.5937/metpra27-52258

Софија М. Матовић¹
Мирослава Р. Ристић²

Универзитет у Београду, Факултет за образовање учитеља и васпитача,
Катедра за дидактику
Београд (Србија)

ОБРАЗОВНИ РОБОТИ У ФУНКЦИЈИ РАЗВОЈА АЛГОРИТАМСКОГ РАЗМИШЉАЊА ПРЕДШКОЛСКЕ ДЕЦЕ³

Сажатак: У савременом свету деца одрастају окружена дигиталним уређајима, користећи их интуитивно и спонтано. Како би се створили подстицајни услови за добробит деце у васпитно-образовном окружењу подржаном технологијама, потребно је одабрати адекватан методички приступ који подржава интердисциплинарност и кооперативни рад који је усмерен према решавању проблема и развоју дечије креативности. Циљ рада је изградња методичког модела за ефикасну имплементацију образовних робота у функцији развоја алгоритамског размишљања деце предшколског узраста. Истраживање је конципирано као теоријско (уз изношење аргументације на бази увида у праксу) те су тиме одређене и методе истраживања. Од општенаучних метода у раду ће бити доминантна аналитичко-дедуктивна, мада ће у неким сегментима бити значајна примена хипотетичко-дедуктивне методе. Биће примењена и метода моделовања којом је развијен иновативни методички приступ (модел пет корака) чије је основно полазиште истраживање извршено за потребе необјављеног мастер рада (Matović, 2022). Резултати указују на то да модел пет корака може допринети ефикасној примени образовних робота у васпитно-об-

1 sofija.matovic@uf.bg.ac.rs,  <https://orcid.org/0009-0000-8483-8932>, рођена 1998.

2 miroslava.ristic@uf.bg.ac.rs,  <https://orcid.org/0000-0002-6202-8194>, рођена 1965.

3 Ово истраживање финансирало је Министарство науке, просвете и технолошког развоја Републике Србије кроз Уговор са Универзитетом у Београду – Факултет за образовање учитеља и васпитача, број 451-03-65/2024-03/200138.

разовном раду, како развоју алгоритамског размишљања и интердисциплинарности тако и развоју компетенција које су важне за целоживотно учење (комуникација са другима, саморефлексија, планирање).

Кључне речи: образовни роботи, алгоритамско размишљање, дете, васпитач, компетенције

УВОДНО РАЗМАТРАЊЕ

Развој дигиталних технологија утицао је на начин рада васпитача у предшколским установама, на васпитно-образовне садржаје, на непосредни рад са децом као и на однос васпитача и детета. У предшколском периоду деца, користећи сва своја чула и способности, покушавају да упознају и схвате свет око себе. Уз помоћ дигиталних уређаја деца остварују: 1) физички развој у погледу моторике, говорног апарата и чула; 2) социјално-емоционални развој (однос према себи, другима и околини); 3) когнитивни развој (упознавање времена, простора, живог и материјалног света); 4) развој комуникације и стваралаштва (Rečicki & Girtner, 2002) и 5) развијају дигиталне компетенције.

Важно је истаћи да је потребно искористити образовне потенцијале дигиталних технологија код деце раног и предшколског узраста јер они свакодневно користе различите дигиталне уређаје као вид забаве где интуитивно и спонтано овладавају новим знањима и вештинама. Образовни роботи се конструишу и креирају са циљем решавања проблемских ситуација у васпитно-образовном раду. Раније, у једном раду (Ristić & Blagdanić, 2017) указали смо на важност Дигиталне Блумове таксономије која укључује нове циљеве, процесе и активности при употреби дигиталних технологија у стварању средина за учење. Циљ таксономије у овом случају јесте да мотивишемо васпитаче да буду фокусирани на развојна подручја деце стварајући стимулативна дигитална холистичка окружења за учење и развој.

Истраживања (Angeli & Valandies, 2020) указују на то како је имплементација образовних робота у васпитно-образовном раду један од ефикасних начина за развој алгоритамског размишљања и има позитиван ефекат на развој дигиталних компетенција, почев од предшколског узраста. Алгоритамско размишљање унапређује вештине деце за решавање проблема и помаже им у одлукама доласка до најбољег решења. Избор најбољег решења (Wang et al., 2021) јесте интерактивни процес којим се алгоритам решавања константно мења, надограђује и унапређује. Вештине развоја алгоритамског размишљања могу се интегрисати у различите активности учења на предшколском узрасту. Потребно је подвући да оно може али не мора бити искључиво повезано са дигиталном технологијом.

Поједини аутори (Antonijević et al., 2023) истражују и повезаност степена дигиталне писмености становништва са степеном развијености земље у којој живе, а резултати потврђују да повезаност постоји и да дигитална писменост становништва игра значајну улогу у напретку једне земље. Стога, није случајно што у свету и код нас постоје стратегије и иницијативе које

подржавају развој дигиталних компетенција у које спада и алгоритамско размишљање како у наставној тако и у сфери васпитно-образовног рада. Издвојићемо кључне: 1) Every child learns: UNICEF education strategy 2019-2030;⁴ 2) The Key Competences for Lifelong Learning – A European Framework;⁵ 3) Стратегија развоја образовања и васпитања у Републици Србији до 2030. године;⁶ 4) Стратегија развоја дигиталних вештина у Републици Србији за период од 2020. до 2024. године.⁷ Такође, 2018. године у Србији је усвојена нова концепција предшколског васпитања и образовања „Године узлета“ којом је предвиђено развијање кључних животних компетенција, међу којима су и дигиталне.⁸ Поред тога, у Републици Србији присутна је и фондација „Петља“, основана са циљем унапређења алгоритамске писмености.⁹

Према новом Програму наставе и учења за први разред основног образовања и васпитања, пре три године, у основношколски образовни систем Србије уведен је наставни предмет Дигитални свет. Једна од наставних области овог предмета је алгоритамско размишљање. Из тог разлога, потребно је код будућих васпитача системски развијати дигиталне компетенције током студија како би децу предшколског узраста на адекватан начин припремили за ову тему (Stoković et al., 2023). Оквир дигиталних компетенција васпитача у предшколској установи (Zlatarović i sar., 2022), кроз седам области дефинише конкретизована знања, умења и вредности која могу допринети унапређивању културе употребе дигиталних технологија у функцији развијања програма у предшколској установи. Области се односе на безбедно и одговорно понашање у дигиталном окружењу, дигиталне ресурсе, решавање проблема у дигиталном окружењу, коришћење дигиталних технологија у области развијања програма и професионалног развоја као и коришћење технологија, којима припадају паметне играчке и образовни роботи у непосредном раду са децом. Ова област обухвата компетенцију, која се односи на подршку добробити детета кроз односе и делање, која подразумева критичко-рефлексивни приступ у примени образовних робота (дигиталних уређаја), у функцији развоја алгоритамског размишљања, у непосредном раду са децом.

Наведене стратегије, иницијативе и оквири дигиталних компетенција запослених у образовању пружају потребне основе за континуиран развој дигиталних вештина васпитача, сарадника и деце. Запослени у предшколском образовању треба да буду свесни значаја развијања дигиталних компетенција и примене технологија у свакодневној пракси (Mandić et al., 2024).

4 Видети на <https://www.unicef.org/media/59856/file/UNICEF-education-strategy-2019-2030.pdf>

5 Видети на <https://www.eursec.eu/BasicTexts/2018-09-D-69-en-2.pdf>

6 Видети „Стратегија развоја образовања и васпитања у Републици Србији до 2030. године“, Службени гласник РС, бр. 63/2021.

7 Видети „Стратегија развоја дигиталних вештина у Републици Србији за период од 2020. до 2024. године“, Службени гласник РС, бр. 21/2020.

8 Видети на <https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2018/09/OSNOVE-PROGRAMA-.pdf>

9 Видети на <https://petlja.org/petlja/fondacija>

КЛАСИФИКАЦИЈА ОБРАЗОВНИХ РОБОТА

Образовни робот је дидактичко средство које информације (сетове инструкција) претвара у деловање, мењајући себе и околину. Идеалан је за остваривање исхода учења везаних за разумевање алгоритама (сет корака који води до решења једноставног задатка) и програмирање на раном узрасту (кодирање помоћу стрелица за кретање: горе, доле, лево, десно) као и остваривање повезаности из различитих методика. При решавању проблема подстичу се аналитичке (анализа и логичко закључивање) и креативне (креативно размишљање, иницијатива, упорност) вештине деце. Бити у стању видети целу слику, схватити проблемску ситуацију (разложити је) или циљ до кога је потребно доћи, један је од важних аспеката алгоритамског размишљања које може обезбедити укључивање образовних робота у васпитно-образовни рад. Учење уз игру са образовним роботима као стратегија учења веома је корисна јер су игре на предшколском узрасту ефикасне.

Образовни роботи могу бити различитих техничких карактеристика, перформанси изгледа и намене. Зато је потребно извршити њихову класификацију. Образовне роботе можемо класификовати:

1. према намени на интелигентне, симулацијске, вишенаменске и хибридне (Pei & Nie, 2018);
2. према улози у васпитно-образовном раду на роботе-менторе, роботе-вршњаке и роботе-средства (Mubin et al., 2013) и
3. према подручју примене на роботе који се користе у различитим областима као што је наука, језик, технологија и др. (Mubin et al., 2013).

Можемо рећи да наведене класификације нису свеобухватне па зато, на основу системске анализе и спроведеног истраживања (Matović, 2022) међу децом предшколског узраста, предлажемо класификацију образовних робота која је приказана на Слици 1. Према нашој класификацији образовне роботе можемо поделити: 1) према функцији, где разликујемо роботе за поучавање, роботе за програмирање и роботе за инструкције; 2) према карактеристикама, где разликујемо мобилне и статичке роботе; 3) према узрасту корисника (дете, ученик, студент), где разликујемо роботе намењене деци предшколског узраста, роботе за ученике у базичном образовању и роботе намењене за универзитетску наставу; 4) према интегративности, где разликујемо STEM роботе, роботе за језик и писменост и роботе специјализоване за друге области попут физике, хемије, уметности и слично и 5) према начину интеракције, где разликујемо роботе са којима управљамо физички (физичка интеракција) и роботе са којима управљамо виртуелно као у случају робота емулатора (виртуелна интеракција).

Корак који претходи примени образовних робота на предшколском узрасту је одабир адекватног робота који ће бити прилагођен датој узрасној групи. Полазимо од сазнања да је игра један од облика учења (Pavlović & Breneselović, 2017). У складу са тим, манипулисање роботом деце треба да доживи као игру. Стога, важно је да робот којим ће манипулисати подсећа

на играчку како би га дете доживело интуитивно и природно. На основу предложене класификације, елементи одабира адекватног образовног робота треба да буду: 1) узраст деце, где је циљна узрасна група предшколска; 2) физичке карактеристике робота, где предлажемо одабир мобилног робота и 3) начин интеракције, где предлажемо одабир робота за физичку интеракцију.

Применом математичке формуле $A \cap B \cap C = \{x | x \in A \wedge x \in B \wedge x \in C\}$ где се скуп A односи на узраст деце, скуп B на физичке карактеристике, а скуп C на начин интеракције, добијамо да је x образовни робот који испуњава сва три елемента истовремено. На основу искуства из праксе, вршених за потребе истраживања приликом писања необјављеног мастер рада (Matović, 2022), показало се да је адекватан робот који испуњава дату формулу *Bee bot*. Постоје и алтернативе овом роботу попут *Robot Mouse*-а којег смо такође тестирали (задовољава сва три елемента која треба разматрати приликом одабира), али искуства практичара код нас и у окружењу показују да је на предшколском узрасту адекватнији избор *Bee bot* (Brlek, 2020; Critten i sar., 2021). Такође, једна од додатних погодности јесте и постојање *Bee bot* емулятора¹⁰ који је пандан физичком роботу и намењен је за виртуелну интеракцију; погодан је током активности у којима није могуће обезбедити довољно физичких образовних робота.

ТЕОРИЈСКО ПОЛАЗИШТЕ

Истраживања показују како је имплементација образовних робота могућа почев од предшколског узраста и доноси позитивне ефекте (Angeli & Valandies, 2020). Код кинеских аутора налазимо велики број истраживања у којима се испитују ефекти примене образовних робота и дигиталних платформи за програмирање на раном узрасту где запажамо сличне резултате из којих се јасно види њихов значај. Анализирајући литературу, наишли смо и на незнатан број радова у којима аутори наводе извесна ограничења (Mariappan et al., 2015; Khanlari, 2016) у погледу примене овог облика технологије. У анализираним радовима примећујемо да су у погледу коришћене методологије углавном бирали студије случаја у којима су комбиновали анкетање, интервјуисање и систематско посматрање док код других наилазимо на експеримент.

У кинеским истраживањима, која предњаче у овој области, налазимо да примена образовних робота на предшколском узрасту доприноси развијању алгоритамског размишљања (Liu & Rojas, 2019; Qi et al., 2020; Chen et al., 2021; Xing et al., 2020; Wang et al., 2014; Jin et al., 2018). Наведени истраживачи упућују на то да деца решавајући једну проблемску ситуацију, развијају алгоритме које ће применити у свакој сличној ситуацији на коју наиђу. И други аутори истичу да примена образовних робота доприноси развоју алгоритамских структура и алгоритамског размишљања (Chalmers et al., 2012; Angeli & Valandies, 2020; Uğur Erdoğan, 2021; Mezak, 2022). Слично томе, код кинеских (Lui, Rojas, 2019; Wang et al., 2011) и других аутора (Chalmers et al.,

¹⁰ Доступно на <https://beebot.terrapinlogo.com/>, приступљено 2. 8. 2023.

2012) наилазимо на резултате који показују како примена образовних робота на предшколском узрасту позитивно утиче на развој логичког размишљања.

Кинеска истраживања показују да се значај примене средстава образовне технологије на предшколском узрасту огледа и у позитивном ефекту који технологија остварује у погледу развоја социјалних вештина као што су комуникација (Wang & Wang, 2020; Xing et al., 2020) и кооперативност (Wang & Wang, 2020) приликом решавања проблемских ситуација. У другим истраживањима (Chalmers et al., 2012; Uğur-Erdoğan, 2021) наилазимо такође на запажање да имплементација технологије на предшколском узрасту доприноси развоју социјалних вештина код деце где се пре свега мисли на комуникацију и сарадњу (Chalmers et al., 2012) присутну међу децом током решавања проблемских ситуација уз интеграцију технологије. Такође, код других (Uğur-Erdoğan, 2021) наилазимо на позитиван ефекат у погледу развоја социјализације.

У истраживању (Chalmers et al., 2012) које је обухватило узорак деце и старијег предшколског и млађег школског узраста, резултати указују на то да је примећен висок степен мотивисаности код деце приликом решавања проблемских ситуација уз имплементацију средстава образовне технологије, који је значајно виши у односу на степен њихове мотивисаности за учење када се ради на традиционалан начин. Кинески аутори примећују и присутан осећај среће, радости и позитивне енергије међу предшколцима (када користе дигиталне технологије у учењу), који ћемо подвести под један појам – задовољство (Xing et al., 2020), док код других аутора не наилазимо експлицитно на запажање да учење уз технологију доприноси осећају задовољства код деце. Такође, код кинеских аутора (Wang & Wang, 2020; Xing et al., 2020; Wang et al., 2014) један од позитивних ефеката запажених током учења уз дигиталне технологије је подстицање дечије креативности, где аутори (Xing et al., 2020) наводе како програмирање образовног робота захтева од деце креативан приступ како би дошли до више различитих решења једне проблемске ситуације. Исте ефекте запажамо и у другим истраживањима где ауторка (Uğur-Erdoğan, 2021) издваја и креативност као једну од добробити до које доводи примена образовних робота на предшколском узрасту. Код кинеских аутора (Liu & Rojas, 2019; Jin et al., 2018) проналазимо издвајање осећаја самопоуздања и способности одлучивања (Liu & Rojas, 2019) који су примећени код предшколаца приликом решавања задатака посредством дигиталних платформи за програмирање на раном узрасту и препознати као позитивни ефекти, а неки од њих (Liu & Rojas, 2019) наводе и способност одлучивања која је запажена приликом креирања алгоритама за решавање задатака.

Поједини аутори (Lindh & Holgersson, 2007) нису приметили ни позитивне ни негативне ефекте дигиталне технологије у процесу учења или истичу ограничења (Mariappan et al., 2015; Chevalier et al., 2016) имплементације образовних робота у васпитно-образовном раду до којих су дошли испитујући ставове васпитача о таквом облику учења где се као најфреквентнији проблем јавља цена опреме (Mariappan et al., 2015) и неопремљеност вртића средствима дигиталне технологије (Chevalier et al., 2016).

МЕТОДИЧКИ МОДЕЛ ПЕТ КОРАКА

Циљ овог рада је изградња модела за ефикасну примену образовних робота на предшколском узрасту, која треба да допринесе подстицању алгоритамског размишљања. Алгоритамско размишљање представља интегративни део рачунарског размишљања (Wing, 2006). У овом раду користимо термин алгоритамски начин размишљања јер је он уведен у наставни план и програм предмета Дигитални свет као наставна област од првог до четвртог разреда. Потребно је да васпитач и учитељ уведу термин *алгоритам* и да га протумаче у својству упутства за решавање неког проблема или извођење поступка. Потребно је подвући да свако инсистирање на дефиницијама, на раном узрасту, није прихватљиво. Анализом истраживања која се баве применом образовних робота у васпитно-образовном раду, наишли смо на предности и ограничења њихове примене, али не на методички поступак за подстицање алгоритамског размишљања посредством образовних робота иако се показало да примена образовних робота доприноси његовом развоју (Liu & Rojas, 2019; Qi et al., 2020; Chen et al., 2021; Xing et al., 2020; Wang et al., 2014; Jin et al., 2018).

Методом моделовања развијен је методички приступ (модел пет корака) чије је основно полазиште истраживање извршено за потребе необјављеног мастер рада (Matović, 2022). На Схеми 1 представљен је приказ методичког приступа који се састоји из три фазе, где ћемо посебно издвојити другу у оквиру које је развијен модел пет корака, који служи за директно подстицање алгоритамског размишљања.

Фаза 1 представља улаз у процес и подразумева припрему пре извршења задатка. Неопходни елементи који чине ову фазу јесу дете, робот и задатак. Дете које уђе у процес, „неће бити исто“ по завршетку све три фазе јер полазимо од претпоставке да ће током *Фазе 2* доћи до освешћивања алгоритамског размишљања. Дакле, приликом излаза из процеса, дететове компетенције бивају на вишем нивоу у односу на улаз. Значајну улогу у овом приступу игра и *Фаза 3* јер подразумева саморефлексију коју је важно практиковати због значајне улоге у процесу учења, на шта су указивали и аутори с краја деведесетих година 20. века (Braid et al., 1991), а на шта упућује и актуелна концепција предшколског васпитања и образовања код нас (Osnove programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja, 2018). Током ове фазе, дете самостално, без помоћи васпитача, преиспитује своју активност и проверава решења задатка. У случају да уочи грешку, враћа се на почетак (повратна спрега), на *Фазу 1*, и понавља цео процес ради корекције идентификованих грешака.

Окосницу развијеног методичког приступа чини *Фаза 2* која се састоји из пет међусобно повезаних корака, усмерених на подстицање алгоритамског размишљања. Модел пет корака (Схема 2) изграђен је тако да посредством примене образовних робота допринесе развијању алгоритамског размишљања, али је и сам модел заправо један алгоритам јер је састављен од низа корака који се прелазе поступно, без прескакања (Wing, 2006); чини га следеће: 1) пробна вежба и припрема за коришћење робота, током које дете остварује интеракцију са роботом без конкретног задатка; 2) анализа проблемске ситуације коју треба решити, током које дете до-

бија конкретан задатак којем приступа аналитички; 3) записивање корака на папиру, где дете графички бележи кораке које робот треба да изведе; 4) задавање команди образовном роботу на основу записаних корака, где дете пратећи тачан редослед, без прескакања корака, програмира робота и 5) покретање образовног робота уз праћење његовог кретања и уочавање потенцијалних грешака, где дете прати да ли су задате команде одговарајуће, односно да ли је робот дошао до циља.

РЕЗУЛТАТИ СА ДИСКУСИЈОМ

Тестирали смо развијени модел на примерима конкретних задатака које су будући васпитачи, студенти друге године Факултета за образовање учитеља и васпитача, припремали за децу предшколског узраста у оквиру пилот пројекта „Прототип“¹¹. Том приликом, користили смо *Bee bot* роботе, а студенти су претходно на Факултету у оквиру редовне наставе на предмету Образовна технологија похађали радионицу о примени образовних робота у васпитно-образовном раду (Matović, 2024). Трофазни методички приступ, с посебним нагласком на модел пет корака, прво је тестиран са студентима и показао се као ефикасан у обуци за коришћење образовних робота и решавање задатака који подстичу алгоритамско размишљање.

Искуство из праксе показало је да је развијени методички приступ у потпуности применљив код предшколске деце која похађају групу пред полазак у школу (пет и шест година) и старију групу (шест и седам година), док се код млађе и средње узрасне групе могу применити један до два корака у оквиру *Фазе 2*, и то: 1) пробна вежба и припрема за коришћење робота, током које дете остварује интеракцију са роботом без конкретног задатка; 2) анализа проблемске ситуације коју треба решити. Деца млађе и средње узрасне групе нису у могућности да схвате концепт датог модела што доводимо у везу са зонама развоја које помиње Виготски (Vygotski, 1978). Осим тога, иако је модел иницијално креиран за подстицање алгоритамског размишљања предшколске деце, развијени методички приступ је тестиран и са ученицима млађег школског узраста у оквиру наставе на предмету Дигитални свет, конкретно у области која се бави алгоритамским размишљањем. Ученици млађег школског узраста (први и други разред) разумели су све три фазе и модел пет корака, што им је омогућило да успешно решавају задатке и проблемске ситуације уз коришћење образовних робота.

ЗАКЉУЧАК

На основу систематизације постојећих знања, предложена је класификација образовних робота и наведени су кључни елементи за избор адекватног робота за предшколски узраст. Применом методе моделовања, развили смо трофазни методички приступ чију окосни-

¹¹ Пројекат „Инклузивно предшколско васпитање и образовање“ иницирало је Министарство просвете Републике Србије уз подршку Светске банке. „Прототип“ је био део компоненте 2 под називом „Унапређење квалитета инклузивног предшколског васпитања и образовања“.

цу представља *Фаза 2*, односно модел пет корака, усмерен на подстицање алгоритамског размишљања. Резултати добијени у оквиру пилот пројекта „Прототип“, током којег смо тестирали модел на *Vee bot*-у, указују на то да модел пет корака може допринети ефикасној примени образовних робота у васпитно-образовном раду где се подстиче и развој алгоритамског размишљања који су препознали и други истраживачи (Liu & Rojas, 2019; Qi et al., 2020; Chen et al., 2021; Xing et al., 2020; Wang et al., 2014; Jin et al., 2018) као позитиван ефекат учења посредством образовних робота. На основу реализованих задатака које су решавала деца, приметили смо да се модел пет корака може применити на проблемске ситуације у контексту упознавања околине које имају сличну природу попут активности потраге за благом као и других игара потраге где предмет трагања може да варира у зависности од тематике коју васпитач осмисли. Утврдили смо да је модел пет корака могуће применити приликом решавања задатака који се заснивају на играма потраге, стратегије или свакодневних животних ситуација попут правилног преласка улице. Посебно треба нагласити да је током решавања задатака примећена и веза са садржајима других области попут развоја говора кроз дијалошку методу и континуирану комуникацију на релацијама дете–дете и дете–студент, која се односи на предузимање наредних и преиспитивање начињених корака, нарочито у тренуцима када дете уочи грешку приликом саморефлексије (*Фаза 3*).

Истраживањем је потврђено да је развијени модел пет корака универзални, у чему се огледа његова методичка вредност јер се ефикасно може применити на: 1) предшколском узрасту од пет до седам година; 2) млађем основношколском узрасту, где доприноси достизању исхода у оквиру предмета Дигитални свет 1¹² и Дигитални свет 2¹³ који се односе на област алгоритамског размишљања; али се показало да је модел применљив и 3) у оквиру методичке припреме студената за ефикасну примену образовних робота у васпитно-образовном раду (Matović, 2024). Осим тога, утврђено је да примена образовних робота посредством развијеног приступа може да допринесе и развоју других компетенција важних за целоживотно учење које су приметили и други истраживачи (Wang & Wang, 2020; Xing et al., 2020; Liu & Rojas, 2019) као што су комуникација са другима (Wang & Wang, 2020; Xing et al., 2020), где континуирано воде дијалоге међусобно или са васпитачем; саморефлексија, где деца преиспитују сопствене радње приликом решавања задатака или примећене грешке; планирање (Liu & Rojas, 2019), где деца промишљају о предузимању наредних корака у оквиру модела. Истраживања у којима су истакнута ограничења имплементације образовних робота датирају скоро деценију уназад, а будући да се у новијим радовима не спомињу, закључујемо како је тренутна ситуација у васпитно-образовној пракси унапређена.

Иако се показало да образовни роботи долазе до изражаја као средство које омогућава интеграцију алгоритамског размишљања и развој дигиталних компетенција у васпитно-

12 Доступно на http://www.prvaskola.edu.rs/document/skolski_2020-2022/digitalni_svet_prvi_razred_2020-2022.pdf, сајту приступљено 1. 9. 2023.

13 Доступно на http://www.prvaskola.edu.rs/document/skolski2021_22/sp_2_digitalni_svet.pdf, сајту приступљено 1. 9. 2023.

-образовном окружењу, у даљим истраживањима треба испитати да ли изграђени методички приступ (модел пет корака) за ефикасну примену образовних робота погодује постизању интеграције садржаја различитих области на предшколском узрасту.

Литература

- Angeli, C., Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in human behavior*, 105, 105954.
- Antonijević, M., Bradić Martinović, A., Banović, J. & Ivanović, Đ. (2023). Is There a Relationship Between Country Development and Citizens' Level of Digital Skills? *Economic Analysis: journal of emerging economies*.
- Baird, J. R., Fensham, P. J., Gunstone, R. F. & White, R. T. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of research in Science Teaching*, 28 (2), 163–182.
- Brlek, V. (2020). *Educational Robots And Their Application In Education*. (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Teacher Education. Chair of Information Sciences) [In Croatian]
- Bujišić, Lj. (2023). The impact of informatics-developing teaching of Nature and Society on student achievements, doctoral thesis defended on July 10, 2023. Univerzitet u Beogradu: Učiteljski fakultet [In Serbian]
- Chalmers, C., Chandra, V., Hudson, S. M. & Hudson, P. B. (2012). Preservice teachers teaching technology with robotics. In: *Australian Teacher Education Association (ATEA) 2012 Conference*.
- Chen, C., Zheng, Y. & Shi, S. (2021). The influence of different inquiry-based teaching methods on children's programming learning. *Studies in Early Childhood Education*, 3, 52–63.
- Chevalier, M., Riedo, F. & Mondada, F. (2016). Pedagogical uses of thymio II: How do teachers perceive educational robots in formal education? *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23 (2), 16–23.
- Critten, V., Hagon, H. & Messer, D. (2022). Can pre-school children learn programming and coding through guided play activities? A case study in computational thinking. *Early Childhood Education Journal*, 50 (6), 969–981.
- Europejska, K. (2006). The Key Competences for Lifelong Learning – A European Framework. *Official Journal of the European Union*, 30.
- Jin, Q., Wang, D., Deng, X., Zheng, N. & Chiu, S. (2018). AR-maze: A tangible programming tool for children based on AR technology. In: *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children (IDC'18)* (pp. 611–616). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3202185.3210784>
- Keane, T., Chalmers, C., Williams, M. & Boden, M. (2016). The impact of humanoid robots on students' computational thinking. In: *Australian Council for Computers in Education 2016 Conference: Refereed Proceedings* (pp. 93–102). The Queensland Society for Information Technology in Education (QSITE).

- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41 (3), 320–330.
- Lindh, J. & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers and Education*, 49 (4), 1097–1111. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.00>
- Liu, Y. & Rojas, J. (2019). Evaluation of the ROOT robot system and curriculum to improve computational thinking in Chinese children. In: *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference* (pp. 126–131), Depok, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/R10-HTC47129.2019.9042435>
- Mandić, D., Mišćević, G. & Bujišić, Lj. (2024). Evaluating the quality of responses generated by Chat-GPT. *Metodička teorija i praksa*, 27 (1), 5–19. <https://doi.org/10.5937/metpra27-51446>
- Mariappan, M., Sing, J. C. & Nadarajan, M. (2015). A Design Methodology of Programmable Tangible Blocks for Early Childhood Educational Robotic System. *Journal of Applied Sciences Research*, 11, 17–25.
- Matović, S. (2022). *A Methodological Approach to Developing Algorithmic Thinking in the Context of Exploring the Environment* (Master's thesis). Beograd: Učiteljski fakultet. [In Serbian]
- Matović, S. (2024). Model for integrating theory and practice in the context of initial preschool teacher education. In: B. Dumnić (ed.). *XXX Development Trends – Teachers and Associates as the Center of Change in Higher Education*. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka. ISBN: 978-86-6022-635-0 [In Serbian]
- Mezak, J. (2022). Specifying the content of teaching course for educators – integration of algorithmic thinking skills. *Educational Issues*, 5 (1), 199–224. [In Croatian]
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A. & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1 (209–215), 13.
- Fundamentals of Preschool Education and Care Programs (2018). Official Gazette of the Republic of Serbia – Educational Gazette, 16. [In Serbian]
- Pavlović Breneselović, D., Krnjaja, Ž. (2017). *Kaleidoscope: Fundamentals of Diversified Preschool Education Programs*. Belgrade: Institute for Pedagogy and Andragogy [In Serbian]
- Pei, Z. & Nie, Y. (2018, December). Educational robots: Classification, characteristics, application areas and problems. In: *2018 Seventh International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)* (pp. 57–62). IEEE.
- Qi, X., Wang, W., Liao, Z., Zhang, X., Xue, L., Zhang, X., Li, J., Fang, T. & Wei, R. (2020). Robot teaching assistant and physical programming class for programming education of young children. In: *1st International Conference on Control, Robotics and Intelligent System (CCRIS)* (pp. 55–62). ACM. <https://doi.org/10.1145/3437802.3437812>
- Rečicki, Ž. & Girtner, Ž. (2002). *Child and Computer*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva [In Serbian]
- Ristić M., Blagdanić S. (2017). New Perspectives in Education – Outdoor Learning in a Digital Environment. *Innovations in Teaching*. XXX. 2017/2. Beograd: Učiteljski fakultet. <https://doi.org/10.5937/inovacije1702001R> [In Serbian]

- Stoković, G., Matović, S. & Ristić, M. (2023). Training preschool and school teachers for implementing educational robots. In: V. Katić (ed.). *Development Trends: University before New Challenges* (218–221). Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka. ISBN: 978-86-6022-554-4 [In Serbian]
- Strategy for the Development of Digital Skills in the Republic of Serbia for the Period 2020–2024*. (2020). Službeni glasnik RS, br. 21 [In Serbian]
- Strategy for the Development of Education and Upbringing in the Republic of Serbia until 2030* (2021). Službeni glasnik RS, br. 63 [In Serbian]
- Tang, A. L., Tung, V. W. S. & Cheng, T. O. (2020). Teachers' perceptions of the potential use of educational robotics in management education. *Interactive Learning Environments*, 1–12.
- Uğur-Erdoğan, F. (2021). How Do Elementary Childhood Education Teachers Perceive Robotic Education in Kindergarten? A Qualitative Study, *In Participatory Educational Research. (PER)*. Vol. 8 (2), pp. 421–434. <http://dx.doi.org/10.17275/per.21.47.8.2>
- UNICEF, (2019). Every child learns: UNICEF education strategy 2019–2030. NY: UNICEF, 23–36.
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wang, D., Wang, T. & Liu, Z. (2014). A tangible programming tool for children to cultivate computational thinking. *The Scientific World Journal*, article 428080, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2014/428080>
- Wang, D., Zhang, C. & Wang, H. (2011). T-Maze: A tangible programming tool for children. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '11)* (pp. 127–135). ACM. <https://doi.org/10.1145/1999030.1999045>
- Wang, G. & Wang, H. (2020). Study of the impact of computational thinking education based on robots on behaviors of preschoolers. In: *The 4th International Conference on Education and Multimedia Technology (ICEMT)* (pp. 235–238). ACM. <https://doi.org/10.1145/3416797.3416823>
- Wang, X. C., Choi, Y., Benson, K., Eggleston, C. & Weber, D. (2021). Teacher's role in fostering preschoolers' computational thinking: An exploratory case study. *Early Education and Development*, 32 (1), 26–48.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33–35.
- Xing, Q., Wang, D., Zhao, Y. & Wang X. (2020). Clas-Maze: An edutainment tool combining tangible programming and living knowledge. In: N. J. Nunes, L. Ma, M. Wang, N. Correia N. & Z. Pan (Eds). *Entertainment computing-ICEC*: vol. 12523 (pp. 353–368). Lecture Notes in Computer Science, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65736-9_32
- Zlatarović, V., Kuzmanović N., Anđelković, N., Lakićević, O., Đorović, E., Veličković S. (2022). *Framework of Digital Competences for Preschool Educators in Preschool Institutions*. Beograd: Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja, Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja.

Sofija M. Matović¹⁴
Miroslava R. Ristić¹⁵

University of Belgrade, Faculty of Education, Department of Didactics,
Belgrade, Serbia

EDUCATIONAL ROBOTS IN THE FUNCTION OF DEVELOPING ALGORITHMIC THINKING OF PRESCHOOL CHILDREN

Abstract: In the modern world, children are growing up surrounded by digital technologies which are used spontaneously and intuitively. It is necessary to choose an appropriate methodological approach that supports interdisciplinary and cooperative work directed towards problem-solving and the development of children's creativity in order to create conducive conditions for the well-being of children in an educational environment supported by technology. This paper aims to construct a methodical model for the effective implementation of educational robots to develop algorithmic thinking in preschool children. The research is based on theoretical foundations, with arguments drawn from practice. Analytical-deductive and hypothetical-deductive methods were applied, as well as the method of modeling, through which was developed an innovative methodical approach (five-step model), based on research conducted for an unpublished master's thesis (Matović, 2022). The results indicate that the five-step model can contribute to the effective implementation of educational robots in educational work, encourage algorithmic thinking, interdisciplinary skills, and the development of competencies significant for lifelong learning (communication, self-reflection, planning).

Keywords: educational robots, algorithmic thinking, child, preschool teacher, competences

14 sofija.matovic@uf.bg.ac.rs <https://orcid.org/0009-0000-8483-8932>

15 miroslava.ristic@uf.bg.ac.rs <https://orcid.org/0000-0002-6202-8194>

ПРИЛОГ

Слика 1: *Класификација образовних робота*

образовни роботи	функција	роботи за поучавање
		роботи за програмирање
		роботи за инструкције
карактеристике	мобилни роботи	
	статички роботи	
узраст корисника	дете	
	ученик	
	студент	
интегративност	STEM роботи	
	роботи за језик и писменост	
	роботи специјализовани за друге области попут физике, хемије, уметности...	
начин интеракције	роботи за физичку интеракцију	
	роботи за виртуелну интеракцију	

Схема 1: Методички процес (модел пет корака): подстицање алгоритамског размишљања уз коришћење образовних робота

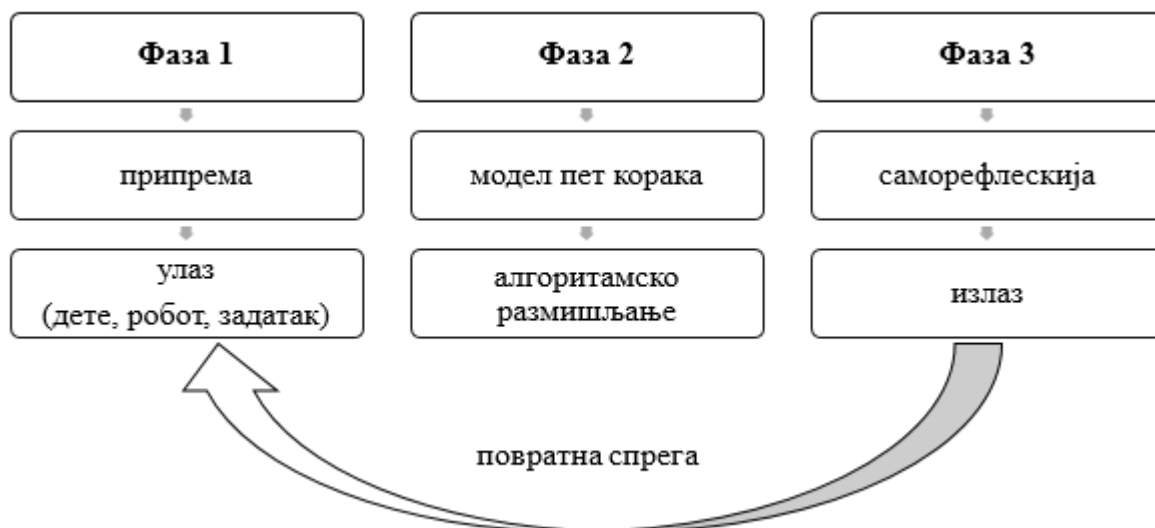


Схема 2: Приказ Фазе 2 – модел пет корака

