

Биљана Д. Ђорић*

Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука, Чачак

АНАЛИЗА ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ РАЗЛИЧИТИХ ПЛАТФОРМИ ЗА УЧЕЊЕ ПРОГРАМИРАЊА**

Апстракт: Захтеви за развојем дигиталних вештина постају све заступљенији. Наставни програми учења у земљама широм света су све више усмерени ка развоју дигиталних компетенција код ученика са посебним нагласком на развој вештина за решавање проблема. Настава у области програмирања деликатан је посао за наставнике, нарочито за ученике млађег узраста. Ипак, она је веома важна за развој логичког размишљања, вештина анализе и решавања проблема. Сходно томе, развијене су и бројне платформе намењене за лакше усвајање програмерских концепата и њихове примене. Међутим, начин примене тих платформи може имати различит утицај на процес учења у зависности од карактеристика и узраста ученика. Такође, различити приступи према којима су ове платформе развијене и њихове функционалности отежавају наставницима адекватан избор и прилагођавање наставе у области програмирања различитим категоријама ученика. Циљ овог рада је анализа ефеката различитих платформи за учење програмирања на когнитивни и афективни аспект учења код ученика узраста до 14 година. У раду је извршен преглед и анализа резултата релевантних истраживања која се баве испитивањем утицаја платформи за учење програмирања како на сам исход учења, тако и процес учења. У обзир су узети како квантитативни, тако и квалитативни резултати спроведених студија. На крају су дате педагошке и истраживачке импликације.

Кључне речи: *вештине решавања проблема, програмирање, платформе за учење програмирања, дигиталне компетенције ученика.*

УВОД

Дигиталне вештине за 21. век не подразумевају само употребу рачунара и рачунарских апликација већ подразумевају значајно шири концепт рачунарског размишљања, а који укључује и вештине програмирања (Paradakis,

* biljana.djoric@ftn.kg.ac.rs

** Истраживање презентовано у овом раду је делимично финансирано средствима Министарства просвете, науке и технолошког развоја РС, уговор бр. 451-03-68/2022-14/200132 чији је реализатор Факултет техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу.

Kalogiannakis, Zaranis, 2016). Како је програмирање применљиво у различитим областима учења, сматра се трансверзалном вештином због чега га не треба посматрати и изучавати одвојено (Bers et al., 2014; Sáez-López, Sevillano-García, Vazquez-Cano, 2019). Литература указује на то да је примена ИКТ у настави корисна, мада је њена примена комплексна, а њено увођење споро (Cao et al., 2022). Програмирање је све чешће саставни део курикулума широм света. Оно подразумева вештине логичког, критичког размишљања, решавања проблема, апстракције, генерализације, разлагања проблема у сегменте, које су важне не само у контексту програмирања већ и многим другим сферама учења и деловања (Salih, 2010; Strawhacker et al., 2015; Scherer, Siddiq, Sánchez-Scherer, 2021). Основно образовање ученика је осетљив период за развој потенцијала и способности због чега је важно развијати поменуте вештине на што ефикаснији начин још у првом циклусу основног образовања. У оквиру наставног плана и програма учења предмета *Дигитални свет* који се реализује у првом циклусу основног образовања такође су дате препоруке за развој алгоритамског начина размишљања користећи графичка окружења као што је *Kod.org* (енг. *Code.org*).

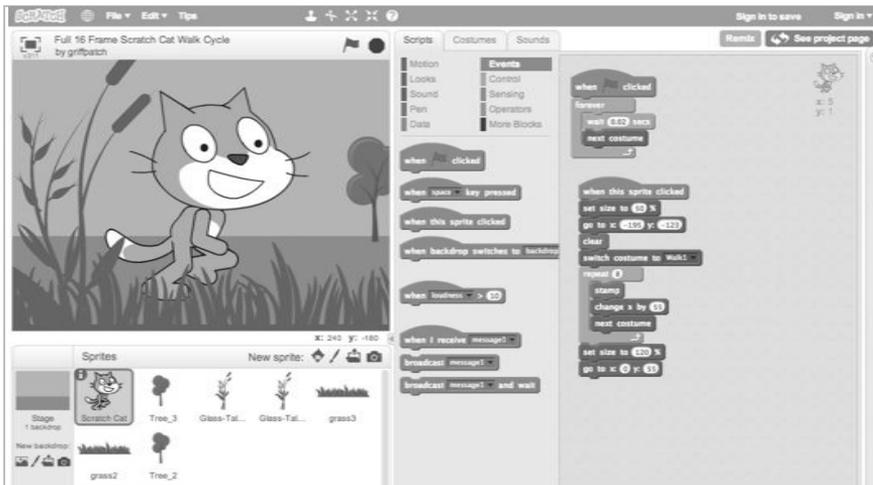
Бројни аутори који се баве овом тематиком испитују ефекте различитих начина учења тражећи најпогоднији за усвајање програмерских концепата који због апстрактности могу бити врло комплексни за ученике. У литератури се веома често срећу мишљења о значају графичких платформи за учење програмирања, односно алата који не захтевају писање синтаксе, тј. кода, већ слагање блокова у виду низа инструкција чиме се умањује когнитивно оптерећење код ученика. На овај начин ученици нису оптерећени правилима писања кода, већ се њихова пажња усмерава на развој алгоритма за решавање проблема и одабир одговарајућих блокова чијим се слагањем извршава одређена функција. Неки од тих алата су *Скреч* (енг. *Scratch*), *Kod.org* (енг. *Code.org*), *Блокли* (енг. *Blockly*), *emBot* (енг. *mBoot*) и други о којима ће бити речи у даљем тексту. Досадашња истраживања у овој области углавном су фокусирана на праћење усвајања програмерских концепата или њихову примену, развој рачунарског размишљања, мотивисаност за учење и ставове према алатима за учење програмирања (Jiang & Li, 2021; Sáez-López, Román-González, Vázquez-Cano, 2016).

Велики је број истраживања у којима се испитују ефекти мултидисциплинарног приступа учењу који укључује пројектне активности и усвајање знања и вештина из области роботике, математике или природних наука кроз процес програмирања (Merino-Armero et al., 2018; Pinto-Llorente et al., 2017; Sáez-López, Sevillano-García, Vazquez-Cano, 2019). Такође, у литератури се налазе и истраживања која испитују ефекте програмирања без рачунара у циљу припреме за примену окружења и развоја алгоритамског размишљања (Del Olmo-Muñoz, Cózar-Gutiérrez, González-Calero, 2020; Sigayret, Tricot, Blanc, 2022). Када је реч о основном образовању, истраживања су базирана на разумевање секвенци, петљи, услова, паралелизма, варијабли и других једноставних програмерских појмова.

Многобројни су фактори који могу утицати на процес учења и развоја рачунарских вештина у основном образовању, а који подразумевају и спремност наставника, узраст и способности ученика, а поред тога и начин организације наставе и примену одговарајућих алата (Benton et al., 2017; Lambić, Ђорић, Ivakić, 2021). Стога је циљ овог прегледа литературе анализа резултата истраживања која се баве ефектима примене различитих платформи са графичким окружењем на когницију, исходе и афективне компоненте процеса учења који заједно представљају целовит механизам за успешну наставу и учење.

ПЛАТФОРМЕ ЗА УЧЕЊЕ ПРОГРАМИРЊА

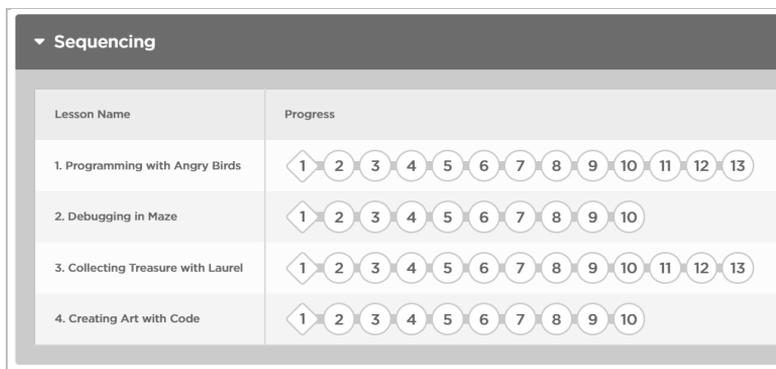
Скреч (енг. Scratch) платформу (<https://scratch.mit.edu>) је развила истраживачка група на Мит Медија Лаб-у (енг. MIT Media Lab-Lifelong Kindergarten research group). Платформа је намењена за учење програмирања ученика различитог узраста. Представља отворено окружење у коме ученици слажу блокове који су разврстани у различите категорије и боје ради лакшег сналажења (оператори, варијабле, кретање, контроле, догађаји итд.) (Слика 1). Да би проверили исправност сложених блокова, ученици добијају приказ аватара¹ који извршава написан програм. На тај начин ученици могу утврдити у ком делу су направили грешку. Платформа омогућава креирање прича и игара додавањем ликова и мултимедије. Пројекти се могу делити тако да их могу видети други корисници.



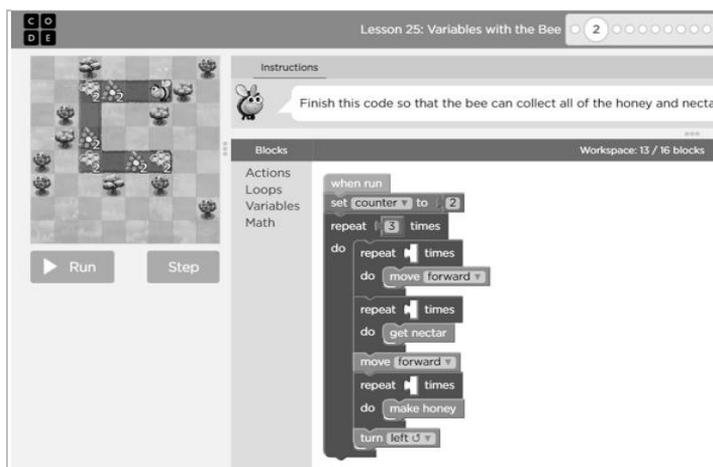
Слика 1. Приказ графичког окружења платформе Scratch

¹ Аватар у контексту окружења за учење програмирања подразумева цртани лик или карактер (на пример, животиње, цртане ликове особа и сл.) који опонаша написан програм – креће се одређеном правцу, изговара задат текст или реализује неке друге инструкције дефинисане програмом.

Код.орг (енг. *Code.org*) (<https://code.org/>) је графичко окружење за програмирање које је намењено деци још од предшколског узраста. За разлику од *Скреч* (енг. *Scratch*) платформе у оквиру које ученици могу самостално исписивати своје програме без конкретних захтева и задатака, *Код.орг* је затвореније окружење организовано кроз низ курсева намењених различитим узрастима. Затвореност платформе одликује се унапредструктурираним и дефинисаним задацима које ученик треба да уради. Сваки курс садржи стазе задатака разврстаних по тежини и програмерским концептима као што су услови, петље, секвенце итд. (Слика 2). Задаци се могу насумично решавати без обзира на успешност у решавању претходних задатака. Одређена група задатака заснива се на проналажењу грешака у коду. Ученици, такође, могу проверити исправност састављених блокова праћењем извршавања задатка у атрактивном окружењу (Слика 3).

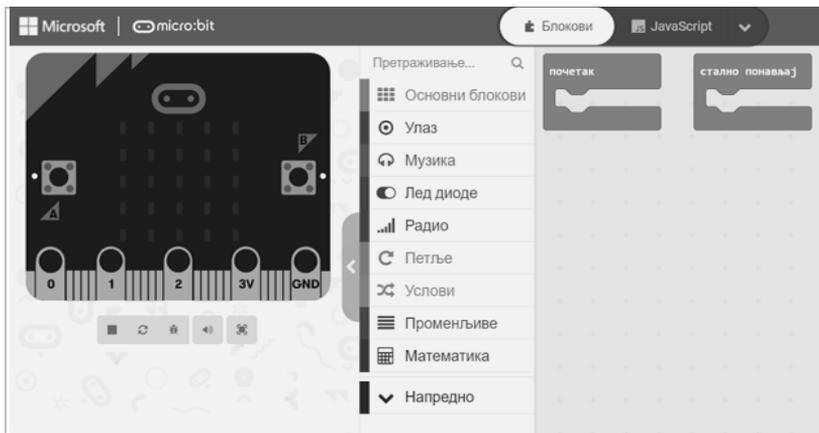


Слика 2. Стазе задатака у *Код. орг* програмском окружењу



Слика 3. Изглед окружења у *Код.орг*

Микро:бит (енг. *Micro:bit*) (<https://makecode.microbit.org/#>) је окружење за учење програмирања, али кроз друге области, као што су роботика и електроника (Слика 4). Поред тога што ученици могу састављати блокове као у претходно описаним алатима, ова платформа омогућава и физичко повезивање са ББС Микро:бит (енг. BBC Micro:bit) уређајем који се може програмирати. Уређај поседује лед лампе, сензоре, тастере и друге елементе који омогућавају интеракцију са окружењем. На тај начин ученицима је омогућено да усвајају програмерске концепте на аутентичан начин кроз конкретну намену. Поред тога што ученици могу програмирати блоковима, могу видети и текстуални код написан у *Пајтон* (енг. *Python*) програмском језику или га сами креирати. На тај начин ученици могу повезивати писање синтаксе са низом инструкција приказаним блоковима. Овај уређај се може користити и у комбинацији са *Скреч* платформом. Алати сличне намене су *Еп Инвентор* (енг. *App:inventor*), *Коду* (енг. *Kodu*), *Ардуино* (енг. *Arduino*) итд.



Слика 4. Приказ окружења *Микробит*

Блокли Гејмс (енг. *Blockly Games*) (<https://blockly.games/?lang=sr-latn>) је платформа намењена за учење програмирања код деце која немају претходна искуства у овој области. Платформа укључује слагалице, лавиринте (петље), програмирање једноставних музичких пројеката и друге области кроз које ученици могу усвајати програмерске концепте. Слично као код *Код.орг* (енг. *Code.org*) платформе, и у овом алату су лекције организоване по категоријама са стазама које обухватају задатке различите тежине (Слика 5).



Слика 5. Приказ окружења Блокли гејмс

ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Садржајном анализом радова, извршена је селекција 20 радова из Гугл Сколар (енг. Google Scholar) базе (која укључује радове и из других репозиторијума) који се баве ефектима примене различитих платформи за учење програмирања како на когнитивни, тако и на афективни аспект учења.

Селекција је извршена на основу 60 анализираних радова и резимеа. Претрага је извршена коришћењем кључних речи на енглеском језику које су сродне са тематиком истраживања, као што су: „graphical environment for learning programming”, „developing programming skills at primary school children”, „effect of using Scratch in primary education”, „effect of using Code.org in primary education” и слично. Након селекције радова, тематски су разврстани по следећим категоријама: радови који се баве ефектима примене папироловка активности и рачунарских окружења за учење програмирања; евалуацијом одређених платформи на когнитивни и афективни аспект учења; комбинацијом више различитих платформи; и радове који се баве наставом програмирања кроз мултидисциплинарни приступ.

Обухваћени радови изабрани су према следећој листи критеријума:

- радови који су се бавили евалуацијом искључиво графичких окружења на учење програмирања или комбинацијом њихове примене са другим приступима;
- радови који су објављени у часописима;

- радови који су доступни у целости и на енглеском језику;
- радови који су испитивали начине усвајања програмерских концепата на узрасту од 7–14 година;
- радови који су објављени у периоду од 2015–2022. године.

Циљ овог прегледа литературе је анализа ефеката примене платформи које се заснивају на визуелном исписивању програма на когнитивне и афективне аспекте учења програмерских концепата. У Прилогу је дат табеларни попис са описом свих анализираних радова.

Задачи истраживања односе се на:

- утврђивање утицаја примене платформи за учење програмирања кроз папир-оловка активности и програмирање подржано рачунаром;
- утврђивање утицаја примене комбинације различитих платформи;
- утврђивање утицаја примене платформи за учење програмирања кроз мултидисциплинарни приступ учењу.

Истраживачке хипотезе односе се на то да:

- графичка окружења за учење програмирања имају позитиван утицај како на когнитивне, тако и афективне компоненте учења: постигнуће, развој критичког размишљања и вештине решавања проблема, задовољство и ставове према програмирању;
- начин примене графичких окружења зависи од узраста ученика, због чега се очекују и различити ефекти примене различитих платформи;
- графичка окружења дају позитивне ефекте уколико се користе у комбинацији са папир-оловка активностима;
- графичка окружења за програмирање подржавају мултидисциплинарни приступ учењу кроз учење роботике, математике и других дисциплина.

ЕВАЛУАЦИЈА ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ ПАПИР-ОЛОВКА АКТИВНОСТИ И РАЧУНАРСКИХ ОКРУЖЕЊА ЗА УЧЕЊЕ ПРОГРАМИРАЊА

У литератури се налазе и истраживања која се баве испитивањем програмерских активности не само у електронском окружењу (енг. *plugged activities*), већ и класичном окружењу употребом скица и папира (енг. *unplugged activities*). Циљ оваквих активности је да се ученици упознају са алгоритмима и начинима примене алгоритама у папир-оловка задацима у оквиру којих ученици

решавају различите логичке проблеме, као што су попуњавање празних поља одговарајућим симболима логичким редоследом, решавање лавиринта и слично.

Поједини аутори (Del Olmo-Muñoz, Cózar-Gutiérrez, González-Calero, 2020) испитивали су утицај примене само алата подржаних рачунаром, и комбинације традиционалних активности са применом рачунара. Истраживање спроведено на узорку ученика 2. разреда основне школе у *Код.орг* програмском окружењу показало је да су ученици који су прошли кроз оба начина учења били више мотивисани (кроз категорије држања пажње, оцене важности активности, поверења у своје вештине и задовољства) и постигли боље резултате на тесту процене рачунарских вештина.

Други аутори (Sigayret, Tricot, Blanc, 2022) су испитивали разлике у ефектима примене Scratch платформе и активности програмирања на папиру код ученика 5. разреда (10 година). Резултати су показали да је примена *Скреч* платформе ефикаснија за усвајање концепата секвенци, петљи, услова и варијабли, док за категорије мотивације и процену самоефикасности није било разлике између две групе ученика. Ипак, у групи ученика која није користила Scratch је дошло до пада мотивације.

У литератури се налазе и радови који се баве развојем плана учења програмирања за ученике 3. и 4. разреда, без статистичких података о резултатима истраживања (Geldreich, Simon, Hubwieser, 2018). Аутори су активности програмирања на папиру користили као почетне уводне активности за целу групу ученика која је касније користила *Скреч* платформу. Курс за учење програмирања је евалуиран и креиран на основу анализе снимака, групних интервјуа, слика екрана и снимљених звучних записа, упитника за процену знања и ставова и анализе ученичких пројеката креираних у *Скречу*.

ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ ПЛАТФОРМИ СА ГРАФИЧКИМ ОКРУЖЕЊЕМ НА КОГНИТИВНЕ И АФЕКТИВНЕ АСПЕКТЕ УЧЕЊА

Преглед литературе указује на различите методичке приступе када је реч о примени алата за програмирање у графичком окружењу.

На узорку ученика 4–6. разреда (9–12 година) аутори су испитивали утицај примене *Скреч* алата у комбинацији са метафорама на разумевање програмских концепата и рачунарског размишљања (Pérez-Marín et al., 2020). На пример, за разумевање петљи, аутори су користили метафору обртаја миксера, за разумевање услова дали су пример функционисања паметног фрижидера који прилагођава температуру у зависности од намирница итд. Овакав приступ дао је позитивне резултате учења.

Поред метафора, коришћене су и мапе ума у комбинацији са др *Скреч* платформом (Zhao et al., 2022). Спроведено је истраживање са ученицима 5. разреда (10–11 година) у коме је једна група ученика користила мапе ума које су самостално креирали, а друга група је користила мапе ума са инструкцијама, односно мапе које су већ биле попуњене, а ученици су их само допуњавали. Мапе ума су служиле за организацију потребних инструкција, разлагање проблема на мање делове и планирање потребних делова кода за коришћење. Резултати су показали да су обе групе ученика напредовале у вештинама рачунарског размишљања, али да је напредак ипак био већи код групе ученика која је користила мапе ума са инструкцијама.

Ефекти примене *Скреч* алата често су евалуирани у литератури. Истраживање спроведено са ученицима 5. разреда (10–11 година) показало је да је примена ове платформе имала позитиван утицај на категорије рачунарског размишљања као што су: креативност, кооперативност и критичко размишљање, док у категоријама алгоритамског размишљања и решавања проблема није било напретка (Jiang & Li, 2021).

Слично истраживање на узорку ученика 5. и 6. разреда (Sáez-López, Román-González, Vázquez-Cano, 2016) показало је позитивне ефекте примене *Скреч* платформе на разумевање програмерских концепата, логику, примену програмерских концепата, ставове према графичким окружењима за програмирање и мотивацију ученика. Аутори су дошли до налаза користећи тестове, упитнике и структуриране опсервације за праћење процеса учења.

Поједини аутори бавили су се утицајима примене *Скреч* платформе на узорак мало старије групе ученика (од 13–16 година, просечна старост 14,5) (Paravlasopoulou, Sharma, Giannakos, 2020). Аутори ове квалитативне студије су кроз поступке интервјуисања, садржајне анализе пројеката и опсервације током рада у тимовима дошли до налаза да се ученицима свидео рад у овом окружењу, да су успевали да реше проблеме, да су позитивно вредновали рад у групи и да су били фрустрирани када наиђу на тешкоће.

Ефекти Code.org платформе су у мањој мери евалуирани. Ламбић, Ђорић и Ивакић (Lambić, Ђорић, Ivakić, 2021) у својој студији бавили су се испитивањем утицаја примене ове платформе на ставове ученика од 1–4. разреда (7–10 година) према програмирању и окружењу за учење програмирања. Резултати истраживања су показали да је млађа група ученика (1. и 2. разреда) имала негативније ставове и лошије постигнуће мереног у броју решених задатака у односу на старију групу ученика (3. и 4. разреда). Иако је примењени Курс 2 у оквиру *Code.org* платформе намењен ученицима овог узраста, ученици су, а нарочито млађа група ученика, имали тешкоће приликом решавања задатака које подразумевају разумевање углова и петљи. Њихова лошија успешност утицала је и на ниже процене ставова.

Резултати студије која се бавила испитивањем утицаја примене *Код.орг* платформе код ученика 4. разреда (10 година) на ставове ученика према платформи и вештине решавања проблема, показали су да су ученици развили позитивне ставове према платформи, али да није било напретка у развоју вештина решавања проблема, тј. рефлексивног размишљања (Kalelioğlu, 2015). Аутори су за прикупљање података користили интервјуе и тестове.

Аутори су се бавили евалуацијом примене *Код.орг* платформе код ученика 6. разреда на вештине рачунарског размишљања и развоја алгоритама (Ali & Çakir, 2021). Група које је користила *Code.org* постигла је боље резултате у односу на контролну групу ученика.

Поједини аутори испитивали су утицај *Блокли* алата на исходе учења и задовољство ученика (Sáiz Manzanares et al., 2020). Ученици узраста 5–6. разреда (10–11,5 година) су радили задатке у оквиру ове платформе уз инструкције за саморегулацију, питања оријентисана на задатке за декларативне и процедуралне вештине. Резултати су показали да је примена алата имала позитиван утицај, али да су ипак постојале разлике у полу у корист дечака.

ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ КОМБИНАЦИЈЕ ВИШЕ ГРАФИЧКИХ ПЛАТФОРМИ ЗА УЧЕЊЕ ПРОГРАМИРАЊА

Постоје истраживања која су се бавила и ефектима примене комбинације више платформи или поређењем примене текстуалних програмских језика са графичким окружењима за учење програмирања.

На узорку ученика 4. и 5. разреда утврђени су позитивни утицаји *Код.орг* (енг. *Code.org*), *Пластелина* (енг. *Plastelina*) и *Тртл академи* (енг. *Turtle Academy*) платформи на ставове према програмирању и вештине решавања проблема (Asad, Tibi, Raiyn, 2016). *Пластелина* платформа коришћена је у првој фази где су ученици играли логичке игре, потом *Код.орг* за програмирање слагањем блокова и *Тртл академи* за текстуално програмирање у *Лого* програмском језику.

Слично, поједини аутори примењују различите алате у зависности од узраста ученика (8–11 година) (Wong & Cheung, 2020). *Коду* су користили ученици 4. и 5. разреда, а *Скреч* ученици 6. разреда. Применом тестова аутори су дошли до налаза да су ученици побољшали вештине креативног размишљања, критичког размишљања и вештина решавања проблема. Интервјуисањем ученика закључили су да и ученици сматрају да су научили да размишљају, решавају проблеме, комуницирају, буду креативни итд.

Младеновић и сарадници су испитивали разлике у ефектима примене *Скреч*, *Лого* и *Пајтон* језика за три групе ученика 5–6. разреда (10–12 година) (Mladenović, Boljat, Žanko, 2018). Резултати истраживања показали су да су

ученици лошијих вештина за решавање проблема били успешнији у *Скречу*, док су групе које су користиле текстуалне језике *Лого* и *Пајтон* имале више нетачних одговора. Овакав налаз иде у прилог тврдњама да визуелна окружења поспешују учење код почетника.

У литератури се могу наћи и истраживања која се односе на примену многих других платформи. Аутори су поредили ефекте *Скоти гоу* (енг. *Scottie go*) и *Микро:бит* (енг. *Micro:bit*) платформе на ставове ученика, мотивацију и њихово постигнуће код ученика узраста од 8 година (Videnovik, Vlahu-Gjorgievska, Trajkovic, 2021). Резултати су показали да су ученици развили позитивне ставове према обе платформе, али да је на постигнуте исходе учења према Блумовој таксономији (знање, разумевање, примењивање и више нивое постигнућа) позитивније ефекте имала *Скоти гоу* платформа у односу на *Микро:бит*. Ипак, успешност је била процентуално висока приликом рада у обе платформе.

УСВАЈАЊЕ ПРОГРАМЕРСКИХ КОНЦЕПАТА КРОЗ МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНИ ПРИСТУП

Како би вештине за програмирање, односно шире посматрано, вештине за решавање проблема требало развијати као трансверзалне вештине кроз друге пројектне активности, преглед литературе указује и на позитивне ефекте учења кроз мултидисциплинарни приступ.

Истраживање на узорку ученика 3. разреда (7–8 година) показало је да су ученици који су користили *Озобот* (енг. *Ozobot*) платформу за програмирање робота били више мотивисани у односу на ученике у контролној групи који су учили кроз папир-оловка активности (Merino-Armero et al., 2018). Задаци су били фокусирани на програмирање робота који се креће од једне до друге локације на мапи, што је захтевало и вештине менталне ротације.

Поједини аутори се баве и анализом ефеката примене *Лего Едукејин Ви Ду* (енг. *Lego Education We Do*) платформе за програмирање робота (Pinto-Llorente et al., 2017). Кроз процену перцепције о ефектима примене платформе (забавност, корисност за учење и сл.) на креативност мишљења, рефлексije о активностима и вештинама за решавање проблема, ова студија указује на то да пројектне активности у области роботике са ученицима 4. разреда (9–10 година) могу поспешити постизање циљева у природним наукама, али и допринети развоју програмерских концепата.

ЕмБот (енг. *mBot*) је такође платформа чији су ефекти примене евалуирани кроз пројектне активности на примену роботике у области математике и науке код ученика 6. разреда (Sáez-López, Sevillano-García, Vazquez-Cano, 2019). На основу теста за вештине примене роботике у науци и математици и

категорија за процену усвојености рачунарских концепата креираних на основу опсервација, аутори су дошли до налаза да је овакав приступ учењу имао позитивне ефекте на разумевање математичких концепата, али не и науке, као и да су ученици напредовали у усвајању програмерских концепата (секвенце, варијабле, услови, паралелизам...).

Скреч алат се такође може користити у комбинацији са уређајима за програмирање, а спроведено истраживање бави се ефектима примене ове платформе са *Ардуино* уређајем за програмирање струјних кола код ученика 5. разреда (Ntougrou, Kalogiannakis, Psycharis, 2021). Циљ поменутог истраживања био је проверити разлике у ефектима примене оваквог приступа учењу у односу на примену само практичних активности са физичком опремом на разумевање рачунарских концепата, процену самоефикасности и мотивацију за учење у области науке, као и схватање електричне енергије, струјних кола и сл. Резултати су показали да је група ученика која је користила комбинацију ова два приступа, тј. *Скреч* алат и *Ардуино* уређај, постигла боље резултате на тесту концептуалног разумевања програмерских концепата, али да није било разлике у процени категорија самоефикасности и мотивисаности за природне науке између ове две групе ученика. Интервјуи ученика показали су да они сматрају да је овакав начин рада занимљив и да им је рад у тиму омогућио да превазиђу тешкоће.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПЕДАГОШКЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ

Преглед литературе указује на то да примена различитих графичких платформи има позитиван утицај на когнитивне и афективне аспекте учења. Ипак, начин примене алата, њихова прилагођеност узрасту и планиране активности могу утицати на њихову ефикасност.

Приказана истраживања углавном се фокусирају на ставове ученика, разумевање програмерских концепата, развој рачунарског размишљања, али и евалуацију мултидисциплинарног приступа усвајању програмерских вештина.

Поједине студије испитивале су ефекте више платформи, међутим неке од тих студија занемарују потенцијалне разлике у ефектима примене сваке од њих, што захтева другачији методолошки приступ.

Највећи број анализираних студија евалуира примену *Скреч* платформе што говори о њеној заступљености.

На основу анализе резултата селектованих радова, могу се издвојити следеће педагошке импликације:

– За усвајање програмерских концепата на млађим узрастима корисно је комбиновати папир-оловка активности ради лакшег разумевања алгоритамског

размишљања и решавања проблема. Те активности се могу заснивати на допуњавању симбола одређеним логичким редоследом, дефинисању путање у лавиринту, исписивању алгоритама за свакодневне активности и сл. (на пример, припрема за школу или припрема неког јела);

– Мапе ума су корисно средство за разлагање проблема на мање сегменте и планирање решења које ученици могу проверити састављањем блокова у окружењу за учење програмирања;

– Метафоре такође могу бити добар методички алат за поједностављено објашњавање програмерских концепата кроз примере из свакодневног живота;

– Програмерске вештине не треба нужно повезивати са математичким вештинама или изоловано, већ као трансверзалну вештину која се може развијати кроз друге области. На пример, ученици могу правити алгоритам за планирање експеримената у области хемије или физике, дефинисати путању робота користећи секвенце, петље, сензоре итд.

Истраживачке импликације односе се на испитивање разлике у ефектима примене отворених окружења за учење програмирања као што је *Скреч* у односу на више структуриране платформе као што је *Код.орг*, узимајући у обзир узраст ученика и вештине решавања проблема.

Такође, анализирани радови указују на то да аутори занемарују организациони утицај рада у групи, пару или индивидуално кроз различите програмерске активности, те би даља истраживања са фокусом на тај организациони аспект била корисна.

Ипак, како наставници и учитељи планирају и организују процес учења, важно је у обзир узети и вештине наставника за успешну имплементацију наставе и активности у овој области. Поред тога, важно је утврдити и ставове наставника и процену њихове самоефикасности за развој рачунарског размишљања код ученика.

Литература

- Ali, O. L. U. K. & Çakir, R. (2021). The Effect of Code. Org Activities on Computational Thinking and Algorithm Development Skills. *Journal of Teacher Education and Lifelong Learning*, 3(2), 32–40.
- Asad, K., Tibi, M. & Raiyn, J. (2016). Primary School Pupils' Attitudes toward Learning Programming through Visual Interactive Environments. *World journal of education*, 6(5), 20–26.
- Benton, L., Hoyles, C., Kalas, I. & Noss, R. (2017). Bridging primary programming and mathematics: Some findings of design research in England. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 115–138.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157.
- Videnovik, M., Vlahu-Gjorgievska, E. & Trajkovik, V. (2021). To code or not to code: Introducing coding in primary schools. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(5), 1132–1145.
- Geldreich, K., Simon, A. & Hubwieser, P. (2018). A design-based research approach for introducing algorithmics and programming to bavarian primary schools: Theoretical foundation and didactic implementation. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 33, 53–75.
- Del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R. & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers & Education*, 150, 103832.
- Zhao, L., Liu, X., Wang, C. & Su, Y. S. (2022). Effect of different mind mapping approaches on primary school students' computational thinking skills during visual programming learning. *Computers & Education*, 104445.
- Jiang, B. & Li, Z. (2021). Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students. *Journal of Computers in Education*, 8(4), 505–525.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of Teaching Programming Skills to K-12 Students: Code.org. *Computers in Human Behavior* 52: 200–210.
- Lambić, D., Đorić, B. & Ivakić, S. (2021). Investigating the effect of the use of code. org on younger elementary school students' attitudes towards programming. *Behaviour & Information Technology*, 40(16), 1784–1795.
- Merino-Armero, J. M., González-Calero, J. A., Cózar-Gutiérrez, R. & Villena-Taranilla, R. (2018). Computational thinking initiation. An experience with robots in primary education. *Journal of Research in Science Mathematics and Technology Education*, 1(2), 181–206.
- Mladenović, M., Boljat, I. & Žanko, Ž. (2018). Comparing loops misconceptions in block-based and text-based programming languages at the K-12 level. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1483–1500.

- Ntourou, V., Kalogiannakis, M. & Psycharis, S. (2021). A study of the impact of Arduino and Visual Programming In self-efficacy, motivation, computational thinking and 5th grade students' perceptions on Electricity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(5), em1960.
- Papavlasopoulou, S., Sharma, K. & Giannakos, M. N. (2020). Coding activities for children: Coupling eye-tracking with qualitative data to investigate gender differences. *Computers in Human Behavior*, 105, 105939.
- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, R., Bacelo, A. & Pizarro, C. (2020). Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and scratch to teach computer programming to children?. *Computers in Human Behavior*, 105, 105849.
- Pinto-Llorente, A. M., Sánchez-Gómez, M. C., García-Peñalvo, F. J. & Casillas-Martín, S. (2017). Students' perceptions and attitudes towards asynchronous technological tools in blended-learning training to improve grammatical competence in English as a second language. *Computers in Human Behavior*, 72, 632–643.
- Sáez-López, J. M., Román-González, M. & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129–141.
- Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L. & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1405–1425.
- Sáiz Manzanares, M. C., Rodríguez Arribas, S., Pardo Aguilar, C. & Queiruga, Dios, M. Á. (2020). Effectiveness of self-regulation and serious games for learning STEM knowledge in Primary Education. *Psicothema*, 32(4), 516–524.
- Scherer, R., Siddiq, F. & Sánchez-Scherer, B. (2021). Some Evidence on the Cognitive Benefits of Learning to Code. *Frontiers in Psychology*, 12. DOI 10.3389/fpsyg.2021.559424.
- Salih, M. (2010). Developing thinking skills in Malaysian science students via an analogical task. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 33(1), 110–128.
- Sigayret, K., Tricot, A. & Blanc, N. (2022). Unplugged or plugged-in programming learning: A comparative experimental study. *Computers & Education*, 184, 104505.
- Strawhacker, A., Lee, M., Caine, C. & Bers, M. (2015, June). ScratchJr Demo: A coding language for Kindergarten. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (414–417). ACM
- Cao, Y., AlKubaisy, Z. M., Stojanović, J., Denić, N., Petković, D., Zlatković, D. & Zakić, A. (2022). Appraisal of information and communications technologies on the teaching process by neuro fuzzy logic. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(3), 779–802.

- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725.
- Wong, G. K. W. & Cheung, H. Y. (2020). Exploring children’s perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 438–450.

Biljana D. Ђorić

University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences, Čačak

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF THE APPLICATION OF DIFFERENT PLATFORMS FOR LEARNING PROGRAMMING

Summary

Demands for the development of digital skills are becoming more and more prevalent. Curricula across the world are being increasingly focused on the development of students’ digital competences, and problem solving skills in particular. Teaching programming can be challenging for teachers, especially when younger children are taught. However, teaching programming is very important for the development of logical skills, analysis skills and problem solving skills. Accordingly, there are many platforms which have been developed for easier acquisition of programming concepts and their application. However, the ways of using these platforms may have different effects on learning process, depending on students’ characteristics and age. Besides, different approaches to platform development and platform features complicate teachers’ right choice of the platform as well as the adaption of programming teaching to different groups of students. The aim of this paper is to analyze the effects the application of different platforms for learning programming may have on the cognitive and affective aspects of learning with students up to 14 years old. The review and analysis of the results of relevant papers which deal with the effects of using platforms for learning programming on learning outcomes and learning process have been conducted. Both the quantitative and qualitative results of the analyzed papers are considered. The paper concludes by giving some pedagogical and research implications.

Keywords: *problem solving skills, programming, platforms for learning programming, students’ digital competences.*

Прилог – преглед анализираних радова

Аутори	Разред/ узраст	Алат	Организација истраживања	Бр.	Аспект учења	Резултати
Del Olmo- Muñoz, Cózar- Gutiérrez, González- Calero (2020)	2. разред	Code. org	Иницијални тест, тест у току инструкције и финални тест; Папир-оловка активности (контролна група), рад у оквиру платформе (експериментална група), рад у платформи обе групе	84	Мотивација (пажња, важност, самоефикас- ност, задовољство), вештине рачунарског размишљања	Позитивни ефекти на испитиване категирије код групе ученика која је учила кроз оба приступа.
Sigayret, Tricot, Blanc (2022)	5. разред, 10 година	Scratch	Иницијални тест и финални тест; Контролна (папир-оловка активности) и експериментална група (рад у платформи)	217	Решавање алгоритамских задатака, мотивација ка инструкцији, самоефи- касност	Позитивни ефекти рада у платформи на постигнуће (сем за тест о алгоритмима): инструкције, петље, услови, варијабле); нема разлике између група у процени самоефи- касности и мотивиса- ности; пад мотивиције у контролној групи.
Pérez-Marín et al. (2020)	4–6. разред, 9–12 година	Scratch	Иницијални тест и финални тест; Примена Scratch алата у комбинацији са метафорама за описивање програмерских концепата	132	Програмерски концепти, рачунарско размишљање	Значајно побољшање постигнућа на свим тестовима.
Sáiz Manzanares et al. (2020)	5 и 6. разред, 10–11,5 година	Blockly games	Иницијални тест и финални тест;	147	Постигнуће и задовољство	Позитиван утицај примене платформе, али постоје разлике између пола у корист дечака.

Аутори	Разред/ узраст	Алат	Организација истраживања	Бр.	Аспект учења	Резултати
			Инструкција за подстицање саморегулације; Питања оријентисана на задатке за декларативне и процедуралне вештине			
Videnovik, Vlahu-Gjorgievska, Trajkovik (2020)	8 година	Scottie go и Micro:bit	Упитници за процену ставова, постигнуће по Блумовој таксономији; Рад у групи, наставник фасцилатор активности	121	Ставови према алатима и разлике у постигнућу након примене два алата	Развијени позитивни ставови према обе платформе, али боље постигнуће у решавању задатака у Micro:bit алату.
Merino-Armero et al. (2018)	3. разред, 7–8. година	Ozobot	Иницијални тест и финални тест; Традиционалне активности (контролна група) и примена Ozobot алата (експериментална група)	63	Мотивација (пажња, важност, самоефикасност, задовољство), вештине рачунарског размишљања	Позитивни ефекти примене Ozobot алата на процењиване категорије.
Asad, Tibi, Raiyn (2016)	4–5. разред	Code.org, Plastelina, Turtle academy	Иницијални тест и финални тест; Упитници, квалитативна анализа опсервацијом материјала; Примена три алата за три фазеинструкције	24	Ставови према програмирању и вештине решавања проблема	Позитивни ефекти на процењиване категорије.
Wong & Cheung (2018)	4,5,6. разред, 8–11 година	Kodu, Scratch	Иницијални тест и финални тест; Интервјуи; Примена два алата у зависности од узраста	358	Креативно размишљање, критичко размишљање, вештине решавања проблема, ставови према оваквом приступу учењу	Позитивни ефекти на процењиване категорије, ученици сматрају да су научили како да размишљају, решавају проблеме, буду креативни, комуницирају

Аутори	Разред/ узраст	Алат	Организација истраживања	Бр.	Аспект учења	Резултати
Geldreich, Simon, Hubwiesser (2019)	3–4. разред	Scratch	Анализа снимака, групни интервјуи, упитници за процену претходних знања, ставова, слике екрана и звучних записа, садржајна анализа пројеката у Scratch; Коришћене су папир-оловка активности као припрема за примену алата	66	Понашање, колаборација, исходи	Циљ је развој курса, резултати нису директно наведени и описани.
Pinto Llorente Casillas- Martin et al. (2017)	4. разред, 9–10 година	Lego Education We Do	Иницијални тест и финални тест; Семантичка скала након пројектних активности; Мултидисциплинарни приступ, усвајање програмерских концепата кроз друге области	22	Перцепције о ефектима примене платформе (забавност, корисност...), развој креативног мишљења, рефлексија о активностима, вештине решавање проблема, исходи донетих одлука	Примена оваквих приступа учењу омогућила је постизање циљева у области природних наука и усвајању рачунарских концепата.
Sáez-López, Román- González, Vázquez- Cano (2016)	5–6. разред	Scratch	Иницијални тест и финални тест, упитник за процену ставова према окружењу за програмирање, процена корисности, структуриране опсервације процеса учења	107	Програмерски концепти, логика, примена програмерских концепата, ставови, мотивација, процена корисности	Позитивни ефекти на процењиване категорије.
Zhao, Liu, Wang, Su (2022)	5. разред, 10–11 година	Dr Scratch	Иницијални тест и финални тест;	73	Вештине рачунарског размишљања	Позитивни ефекти обе групе ученика на вештине рачунарског размишљања,

Аутори	Разред/ узраст	Алат	Организација истраживања	Бр.	Аспект учења	Резултати
			Једна група ученика је користила Dr Scratch у комбинацији са самосталним креирањем мапа ума, друга група ученика је користила Dr Scratch у комбинацији са креирањем мапе ума са инструкцијама за планирање кода			али је код друге групе напредак израженији.
Papavlasopoulou, Sharma, Giannakos (2020)	8–10. разред, 13–16 година	Scratch	Индивидуални интервјуи, опсервације током рада у групама, садржајна анализа – квалитативна студија	105	Ставови према раду у окружењу, раду у групи, успешност у решавању задатака	Ученицима се допао рад у окружењу и само окружење, успевали су да реше задатке, позитивно су вредновали рад у групи, исказивали су фрустрације приликом тешкоћа.
Ali & Çakir (2021)	6. разред	Code.org	Иницијални тест и финални тест; Контролна група (традиционалан начин учења), експериментална група (code.org)	67	Вештине рачунарског размишљања и развој алгоритама	Група ученика која је користила code.org је постигла боље резултате.
Sáez-López, Sevillano-García, Vazquez-Cano (2019)	6. разред	mBoot	Иницијални тест и финални тест, дефинисане категорије након опсервација; Контролна група (традиционалан начин учења), експериментална група (mBoot)	93	Програмерски концепти (секвенце, варијабле, услови, паралелизам, употреба робота...); размечање програмерских концепата кроз математику и роботiku	Позитивни ефекти примене mBoot алата на усвајање програмерских и математичких концепата.

Аутори	Разред/ узраст	Алат	Организација истраживања	Бр.	Аспект учења	Резултати
Jiang & Li (2021)	5. разред 10–11 година	Scratch	Иницијални тест и финални тест	336	Рачунарско размишљање (креативност, алгоритамско размишљање, кооперативност, критичко размишљање, решавање проблема)	Позитивни ефекти на све категорије.сем на категорију алгоритамског размишљања и категорије решавања проблема.
Mladenović, Boljat, Žanko (2018)	5–6. разред 10–12 година	Scratch, Logo, Python	Иницијални тест и финални тест; Три групе ученика	207	Вештине решавања проблема, број погрешних одговора на тесту разумевања петљи и секвенци у зависности од платформе	Ученици са лошијим вештинама за решавање проблема били су успешнији у Scratch платформи, а групе које су радиле су у Logo и Python програмском језику су имале више нетачних одговора.
Ntourou, Kalogiannakis, Psycharis (2021)	5. разред	Scratch за Arduino	Иницијални тест и финални тест, интервју; Физички експерименти (контролна група), Scratch за Arduino (експериментална група)	33	Самоефикасност за природне науке, мотивација за природне науке, рачунарско размишљање, разумевање концепта електричних струјних кола	Значајно побољшање на тесту рачунарског размишљања и разумевања ел. кола код експерименталне групе, али не постоје разлике у процени самоефикасности и мотивисаности за природне науке.

Аутори	Разред/ узраст	Алат	Организација истраживања	Бр.	Аспект учења	Резултати
						Интервјуи су показали да ученици исказују да им је било занимљиво и да позитивно вреднују рад у групи.
Lambić, Ђorić, Ivakić (2021)	1–4. разред 7–10 година	code. org	Финални упитник, број успешно решених задатака; Млађа (1. и 2. разред) и старија група ученика (3. и 4. разред)	293	Ставови према програмирању и платформи, број успешно урађених задатака	Старија група ученика је успешнија и има позитивније ставове; утврђена неприлагођеност појединих задатака узрасту у оквиру платформе.
Kalelioglu (2015)	4. разред, 10 година	code. org	Иницијални тест и финални тест, интервју са фокус групама	32	Ставови и вештине рефлексije	Развијени су позитивни ставови према платформи, али курс није утицао на вештине рефлексije приликом програмирања