

# Implementácia mikrokontroléra do vzdelávania na základných a stredných školách.

## Implementation of microcontroller in education at primary and secondary schools.

Roman Krnáč<sup>1</sup> – Martin Cápaj<sup>2</sup>

Školiteľ: Štefan Koprda<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Katedra informatiky, FPV UKF, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra,

<sup>1</sup> roman.krnac@ukf.sk, <sup>2</sup> martin.capaj@ukf.sk, <sup>3</sup> stefan.koprda@ukf.sk

### Abstrakt

V nasledujúcom článku sa budeme venovať problematike programovania informatiky, konkrétne programovaniu fyzických zariadení. Predstavíme si používané fyzické Arduino, Raspberry Pi a novšie zariadenie BBC micro:bit. Uvedieme prehľad výsledkov zahraničných a domácich výskumov, ktoré boli zamerané na problematiku programovania a na základe získaných skutočností vyhodnotíme, či je v dnešnej dobe vhodnejšie používať už existujúce riešenia, ktorými sú Arduino či Raspberry Pi alebo naopak sa BBC micro:bit javí ako vhodnejšia a jednoduchšia forma vzdelávania programovania žiakov na základných a stredných školách. V článku sú vysvetlené výhody týkajúce sa programovania fyzických zariadení a jednoduché opisy zariadení Arduino, Raspberry Pi a BBC micro:bit spolu s porovnaním ich hardvérových možností.

**Kľúčové slová:** BBC micro:bit, physical computing, education

### Abstract

In the following article we will deal with the issue of computer science programming, specifically programming of physical devices. Imagine used physical Arduino, Raspberry Pi and newer BBC micro:bit. We will give an overview of the results of foreign and domestic research, which were focused on programming issues and on the basis of the facts we evaluate whether it is better to use already existing solutions such as Arduino or Raspberry Pi or vice versa BBC micro: bit seems better form of education of pupils' programming in primary and secondary schools. The article explains the benefits of physical device programming and the simple descriptions of Arduino, Raspberry Pi, and BBC micro: bit, along with a comparison of their hardware.

**Key Words:** BBC micro:bit, physical computing, education

### Úvod

Programovanie fyzických zariadení - Physical computing - zahŕňa návrh a realizáciu interaktívnych objektov a inštalácií a umožňuje tak študentom vyvíjať konkrétne a hmatateľné produkty v reálnom svete, ktoré vychádzajú z ich predstavivosti. Týmto spôsobom programovania sa zapája v učení študentov konštruktívny level učenia sa a umožňuje im spájať si virtuálne vnemy s hmatateľnými objektami.

Fyzické programovanie rozvíja niekoľko základných kľúčových kompetencií študentov. Patrí medzi ne-porozumenie počítačovým systémom, schopnosť presne formulovať problémy, porozumenie organizácii a analýze dát.

Na Slovensku sa programovanie na Informatike stáva v poslednej dobe negatívnym fenoménom. Zo strany žiakov je často jasný odpor voči Informatike ako predmetu a za hlavný dôvod môžeme z veľkej časti predpokladať programovanie.

V nasledujúcom článku sme sa rozhodli uviesť porovnanie aktuálne používaných zariadení ktorými sú Arduino a Raspberry Pi a BBC micro:bit. Prvé dve zo spomínaných zariadení sú na Slovensku používané na vyučovanie programovania na väčšine stredných a základných škôl.

Keďže vyučovanie programovania by podľa nášho názoru malo začínať skôr a to už na základnej škole naozaj kvalitným spôsobom, rozhodli sme sa uviesť niekoľko výsledkov výskumov zo zahraničia i zo Slovenska, ktoré podľa nás jednoznačne robia z BBC micro:bita jednu z veľmi kvalitných edukačných pomôcok.

### 1.1 Arduino

v roku 2005 vzniklo ako prototyp zariadenia pod rukami Massima Banzioho a jeho kolegov za účelom vytvoriť jednoduchú a ľahko prístupnú platformu pre obyčajných ľudí. Keďže autori sú zástancami voľne šíriacich sa licencií softvéru a hardvéru, tak i toto zariadenie má voľne šíriteľné všetky svoje podklady [1].

Filozofiou zariadenia je podľa Cuartiellesa myšlienka, že elektroniku a jej ovládanie by sme sa mali učiť od prvého dňa používania zariadenia a nie dlhými hodinami študovania odbornej literatúry[2].

Môžeme konštatovať, že podľa slov autorov toto zariadenie bolo vytvorené hlavne pre potreby elektroniky a domácich majstrov, ktorí si radi vytvárajú vlastné produkty či zdieľajú rozsiahlejšie projekty v komunite, ktorá sa okolo Arduina časom vytvorila.

Pomocou Arduina je možné vytvárať jednoduché projekty ale i nteligentné oblečenie či ovládať 3D tlačiareň. V školách je zariadenie najčastejšie využívané ako "slave" otrok, ktorého vstupy a výstupy ovládajú zariadenia v reálnom svete[3].

Candelas a kol. [4] tvrdia, že pred vznikom samotného zariadenia boli prototypy softvéru a hardvéru príliš komplikované a nákladné. Viacero univerzít preto začalo vyvíjať vlastné lacnejšie alternatívy. Ich riešenia však neboli všeobecné a ani populárne mimo inštitúcií, kde boli používané. Arduino sa tak vďaka svojej jednoduchosti, relatívne nízkej cene a hlavne všeobecnosti začalo zavádzať vo vzdelávaní od roku 2005.

### 1.1 Raspberry Pi

je charitatívnou organizáciou, ktorej myšlienka stojí na udržaní výpočtového výkonu a digitálnej tvorby v rukách ľudí. Poskytuje široké spektrum produktov tak, aby bola digitálna pripojenosť v čo najväčšom spektre spoločnosti. Spoločnosť Raspberry Pi začala vytvárať vzdelávacie pomôcky a podklady na vzdelávanie z vlastnej iniciatívy, produkty sú rozšírené v oblastiach školení, pedagogickej činnosti či domáceho kutilstva [5].

Podľa Jánošíkovej [6] je zariadenie veľmi podobné hore spomínanému Arduino. Ku jeho výhodám však zaraďuje možnosť pripojiť si pomocou portu monitor či TV a štandardné rozhranie myši a klávesnice. Programovať zariadenie je možné s predošlými vedomosťami Python či Scratch. Pomocou zariadenia je možný prístup na internet, hranie hier či pozeranie videí vo vysokom rozlíšení. Pěnkava [7] zastáva rovnaký názor a zaraďuje Raspberry medzi kvalitné edukačné

pomôcky avšak poukazuje na potrebné predošlé programátorské zručnosti.

Do porovnávaní sme zariadenia zaradili na základe vlastných skúseností s programovaním fyzických zariadení na ZŠ a SŠ, jeho funkcionality sa však venovať nebudeme.

### BBC micro:bit

BBC micro:bit je mikrokontrolér, kódovateľné fyzické počítačové zariadenie navrhnuté tak, aby bolo používateľsky príťažlivé. Má vstavaný displej, tlačidlá, senzor pohybu, snímač teploty a svetla a podporuje bezdrôtovú komunikáciu. Je programovateľné pomocou počítača, notebooku alebo tabletu s webovým prehliadačom. Programovacie prostredie pozostáva z editovateľných blokov podobných Scratch-u, programovania pomocou jazyka MicroPython či JavaScript [8].

BBC [9] sa rozhodlo v roku 2016 vytvoriť edukačnú pomôcku, ktorú následne bezplatne distribuovalo po celom Spojenom kráľovstve.

Tab. 1 Porovnanie edukačných hardvérových technológií.

Zdroj: Autor

Parameter	Arduino	Raspberry Pi	BBC micro:bit
Procesor	ATmega328P	BCM2387B0	Nordic nRF51822
Vstavané LED	4x (1 pwm)	4x (1 pwm)	25xLED-displej
Digitálne PIN	14	26	13
Analógové PIN	6	0	3
Vstavaná BLE Anténa	Nie	Áno	Áno
Pamäť	2Kb	1Gb	16Kb
Resetovacie tlačidlo	Áno	Áno	Áno
Programovateľné tlačidlá	Nie	Nie	2x
USB port	Ano	Nie	Nie
Micro USB port	Ano	Ano	Ano
HDMI port	Nie	Ano-mini	Nie

Vstavané senzory	Nie	Nie	Ano
Programovací jazyk.	Wiring	C, C++, Java, Python, Bash	Micro Python Javascript Blokový jazyk

Z porovnania v tabuľke vyplýva, že BBC micro:bit je z troch spomínaných a na Slovensku aktuálne najviac sa vyskytujúcich zariadení pre výučbu základov programovania najvhodnejší. Micro:bit v sebe integruje sadu senzorov okamžite použiteľných bez nutnosti zapájania hardvéru cez prepolovacie polia a káble. Jeho možnosť je však možné rozšíriť pripojením do tzv. shieldu, čím sa micro:bit stane konkurenciou aj pre Arduino.

Vďaka možnosti programovania v blokovom jazyku, ale v aj plnohodnotnom scriptovacom jazyku MicroPython, je micro:bit použiteľný na základných ale aj stredných školách. Ponúkajú sa nám možnosti tvorby jednoduchej, rýchlej hry, kde žiaci držia hardvér v dlani, ale aj možnosti tvorby komplexného automatizovaného projektu, kde micro:bit na základe vstupov so senzorov ovláda rôzne prídavné zariadenia.

### BBC micro:bit vo krajinách EU

V Anglicku sa po prvom roku používania prístup učiteľov a žiakov k programovaniu výrazne zlepšil. Až 90% študentov využívajúcich micro:bit v informatike zlepšilo svoje zručnosti. Z celej výskumnej vzorky 88% respondentov súhlasilo s tým, že programovanie BBC micro:bita bolo omnoho jednoduchšie, ako si predtým mysleli. Takmer polovica respondentov (45%) chce pokračovať v štúdiu informatiky v budúcnosti. Záver výskumu dokonca zdôraznil, že záujem dievčat o programovanie sa zvýšil až o 23% v porovnaní s predchádzajúcimi hodinami, keď žiaci nepoužívali zariadenie, a na konci výskumu sa tento počet zvýšil na 70%. Učitelia tiež zaujali pozitívny postoj a až 75% učiteľov plánuje používať BBC micro:bit vo svojej triede. Z celkových výsledkov 85% respondentov uviedlo, že programovanie sa pre nich stalo oveľa atraktívnejším a 80% respondentov uviedlo, že programovanie pre nich nebolo také zložité, ako si mysleli potom čo spoznali BBC micro:bit [9].

Jedným z prvých, ktorý na Slovensko priniesol BBC micro:bit, bol Marek Mansell [10], ktorý ako jeden zo spoluzakladateľov projektu založil občianske združenie SPY o.z. a zaoberá sa programovaním hardvéru. Cieľom projektu nie je profesionalizovať všetkých študentov informatiky, ale naučiť každého aspoň základné pojmy

z oblasti informatiky a elektroniky, aby ich mohli použiť pri programovaní a využívať ich v praxi. Projekt ako taký podporuje algoritmické a logické myslenie žiakov a vedie ich k sebezdelaniu a tvorivosti. Pripravuje ich na trhovú orientáciu na základe konceptov internetu vecí alebo inteligentného mesta. Materiály, ktoré organizácia vypracovala, nie sú určené na to, aby nahrádzali súčasné učebné osnovy, ale ich obohacovali a viac zapájali žiakov, podporovali ich experimentálne a výskumné činnosti a rozvíjali zručnosti v riešení problémov v tímoch.

Jeden z niekoľkých výskumov na Slovensku, ktorý overil úroveň motivácie a autoevaluácie v programových záležitostiach, vykonal Krnáč, Klimová a Cápaj [11]. Výskum uskutočnený na základnej škole kniežata Pribinu v Nitre, ktorý trval 12 hodín, prispel k zvýšeniu úrovne programovacích znalostí. Na základe prieskumu sme zistili, že žiaci mali radi micro:bit a chceli naďalej programovať na hodinách informatiky podľa tohto zariadenia. Samotní žiaci vyjadrili oveľa pozitívnejší postoj k vyučovaniu informatiky po tom, čo mali možnosť používať zariadenie. Samotní žiaci vyjadrili, že pociťujú oveľa lepší pocit z vedomostí informatiky a programovania.

Na maďarskej základnej škole, kde sa informatika vyučuje raz týždenne a žiaci nemali žiadne skúsenosti s programovaním BBC micro:bit sa uskutočnil výskum v roku 2018. Žiaci v nižších ročníkoch (3 až 4 ročníky) nemali žiadne skúsenosti s programovaním a vo vyšších ročníkoch (5-8 stupňov programovali pomocou Imagine a blokového programovania v Scratch jazyku. Do výskumu boli zapojení všetci študenti v škole a jediným predpokladom bola manipulácia s myšou a klávesnicou. Výsledky študentov boli zhrnuté podľa pohlavia a hľadal sa štatistický rozdiel medzi programovacími zručnosťami a pohlavím.

Podľa výsledkov Czékmana a Kisza [12] nebol žiadny významný rozdiel vo výsledkoch medzi pohlaviami (chlapci: 47,14%, dievčatá 49,79%). Postoj študentov k BBC micro: bit bol pozitívny a viac ako 90% študentov sa počas programovania „cítilo dobre“, 57% študentov považovalo programovanie za „ľahké“ a viac ako 80% študentov uviedlo, že je užitočné riešiť problémy. Vedľajším nálezom výskumu bola korelácia medzi „použitím počítača“ a pozitívnou odpoveďou vo forme „Chcem byť neskôr programátorom“.

V Severnom Írsku (NL) sa uskutočnil výskum využívania BBC micro: bitov na dvoch základných školách. Štúdia zahŕňala prácu výskumných pracovníkov, ktorí vytvorili skupiny aktivít a implementovali ich do triedy, aby mohli žiaci úspešne

dokončiť úlohy. Po ukončení aktivít boli žiaci požiadaní o spätnú väzbu vo forme dotazníka. Podľa autorov Gibsona a Bradleyho[13] je táto štúdia v tejto oblasti veľmi dôležitá, pretože sa domnievajú, že ide o jediný výskum, ktorý sa uskutočnil v NL a zamerala sa na vnímanie žiakov pomocou mikrokontroléra BBC: bit. Výsledky, ktoré zhromaždili, zahŕňali učiteľov a žiakov z oboch základných škôl. Pred začiatkom výskumu boli zorganizované stretnutia, podľa ktorých boli dohodnuté podmienky tak, aby žiaci neboli zaťažaní a ani nemali hodiny nad rámec ich rozvrhu. Žiaci ani učitelia nemali žiadne predchádzajúce skúsenosti so zariadením. Výsledkom bolo, že v prvej polovici dňa bol pre výskum stanovený časový blok medzi 9 až 12 hodinou.

Získané údaje ukazujú, že takmer všetci žiaci, ktorí sa zúčastnili na výskume, zdôraznili, aké „ľahké“ je používanie BBC micro: bit, pričom len veľmi málo žiakov uviedlo, že jeho použitie je „ťažké“. Zistilo sa, že použitie BBC micro: bita podporuje všeobecnú myšlienku, že zariadenie „je veľmi jednoduché a nevyvoláva v užívateľovi dojem strachu“. Väčšina žiakov, ktorých sa pýtali uviedlo, že: „programovanie BBC micro:bita sa im páčilo a bavilo ich“. Naopak, veľmi malá skupina respondentov tvrdí, že programovanie bolo „nudné“. Takmer všetci žiaci identifikovali zariadenie ako užitočné pri riešení problémov s programovaním a boli schopní vytvoriť zadania na riešenie problémov v reálnom svete. Žiaci boli tiež schopní nadviazať spojenie medzi zariadením a predmetmi STEM, takmer všetky z nich dokázali nájsť spojenie s matematikou.

## Diskusia a záver

Na základe jednoduchého porovnávania fyzických zariadení v tabuľke sme zhodnotili že v závislosti od náročnosti a obstarávacích nákladov na zariadenia je pre nás najrozumnejšou voľbou micro:bit. V súvislosti s náročnosťou sme vyhodnocovali podmienku zariadení, ktorou bolo ovládanie prídavných zariadení či už pomocou senzorov, motorčeka a pod. Zariadenie BBC micro:bit ako jediné z uvádzaných má už v základnej výbave vstavané všetky potrebné senzory, ktoré sú nevyhnutné na vyučovanie programovania na ZŠ.

Jeho ďalšou možnosťou je vytváranie programov, ktoré reagujú na aktuálne dáta získané zo svojho vlastného okolia (teplota, vlhkosť, pohyb) a vhodným spôsobom s nimi pracujú.

Aj z týchto dôvodov sme sa rozhodli, že micro:bit bude predmetom nášho záujmu a budeme sa mu venovať v našich výskumoch. Pozitívom využívania programovateľného hardvéru je možnosť prepájať ho s inými predmetmi a vytvárať medzipredmetové projekty. Táto vlastnosť nám otvára veľké možnosti v tvorbe metodík a podkladov pre nasledujúce výskumy.

## Použitá literatúra

- [1] Kushner (2011) The making of Arduino [Citované: 16. marec 2020] <http://web.eecs.umich.edu/~prabal/teaching/resources/eecs582/kushner11arduino.pdf>
- [2] Cuartielles (2005) Arduino [Citované: 16. marec 2020] <http://david.cuartielles.com/>
- [3] Sobota J., Pišl R., Balda P., Schlegel M. (2016) Raspberry Pi and Arduino in control education In: European Centre of Excellence, NTIS - New Technologies for Information, Society Faculty of Applied Sciences, University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic, p.7
- [4] Candelas F.A., Garcia G.J., Puente S., Pomares J., Jara C.A., Pérez J., Mira D., Torres F. (2015) In: University of Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain, p.105
- [5] Raspberry Pi foundation [Citované: 10. marec 2020] <https://www.raspberrypi.org/about/>
- [6] Jánošíková (2016) StartitUp [Citované: 12. marec 2020] <https://www.startitup.sk/raspberry-pi-pocitac-ktory-by-mal-patrit-medzi-zakladne-skolske-pomocky/?download-ical=294931>
- [7] Peňkava V. (2018) Využití jednodeskových počítačů ve výuce (Bakalárska práca) Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha
- [8] Sentance S., Waite J., Hodges S., Macleod E., Yeomans L.E., (2017). Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2019, "Creating Cool Stuff" - Pupils' experience of the BBC micro:bit, Portland, USA, p.531
- [9] BBC Media centre [Citované: 14. marec 2020] <https://www.bbc.co.uk/mediacentre/latestnews/2017/microbit-first-year>
- [10] Učíme s hardvérom. [Citované 15. marec 2020] <https://www.ucimeshardverom.sk/microbit/>
- [11] Krnáč R., Klimová N., Cápaj M. (2019) BBC micro:bit na vyučovaní v základnej škole. Študentská vedecká konferencia, 2019, Banská Bystrica, p.436
- [12] Czékmán, B., Kiss, J. (2018) European Conference on Educational Research 2018, HERJ

Hungarian Educational Research Journal: Coding without (Age)Limits? Experiences with BBC Micro: Bit in Primary School., Debrecen, HU, p.112

- [13] Gibson, S., Bradley, P. (2017) A study of Northern Ireland key stage 2 pupils' perceptions of using the BBC micro:bit in STEM education, The STeP Journal Student Teacher Perspectives. Cumbria, p.15