

Gabriel BÁNESZ ¹, **Kristína KOMÁROVÁ** ²

¹ ORCID: 0000-0002-0002-9044. Doc. PaedDr. Ph.D., Univerzita Konstantyna Filozofa v Nitre, Dražovská 4, 949 01 Nitra, Slovakia, e-mail: gbanesz@ukf.sk

² ORCID: 0009-0002-1503-4409. Mgr. Univerzita Konstantyna Filozofa v Nitre, Dražovská 4, 949 01 Nitra, Slovakia, e-mail: kristina.komarova@ukf.sk

data zloženia textu do Redakcji DI: 19.04.2024; data wstępnej oceny artykułu: 25.04.2024

MIKROKONTROLERY VYUŽÍVANÉ NA OVLÁDANIE STAVEBNÍC LEGO

MICROCONTROLLERS USED TO CONTROL LEGO BUILDING SETS

Kľúčové slová: mikrokontroler, BBC micro:bit, Lego, programovanie.

Keywords: Microcontroller, BBC micro:bit, Lego, programming.

Abstrakt

Príspevok prezentuje prvé výsledky využitia mikrokontrolerov BBC Micro:bit na ovládanie stavebníc Lego. Autori uvádzajú princíp činnosti riadiacej jednotky, ktorá bola vyvinutá na to, aby sa jednoduchým programom dali ovládať niektoré modely zo stavebnice. Vyvinutý systém je určený pre žiakov na základných alebo aj stredných odborných školách pre výučbu programovania a riadenia technických systémov.

Abstract

The paper presents the first results of using BBC Micro:bit microcontrollers to control Lego building sets. The authors present the principle of operation of the control unit, which was developed to allow some models from the building set to be controlled by a simple program. The developed system is intended for students at primary or secondary vocational schools for teaching programming and control of technical systems.

Úvod

V deväťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia sa na základných a stredných školách na Slovensku začali, ako učebná pomôcka, používať stavebnice Lego.

Ide o známu stavebnicu, ktorá vznikla v Dánsku a rýchlo sa rozšírila do celého sveta. Vývoj stavebnice napredoval tak, že sa začala používať vo vzdelávaní. Vývoj dokonca napredoval tak, že sa dala používať v rôznych predmetoch ako matematika, fyzika, chémia, biológia a pod. Osobitnou verziou stavebníc Lego boli stavebnice určené pre predmet technika alebo predmety s technickým zameraním.

Tieto stavebnice boli distribuované aj na základné školy na Slovensku a umožňovali získavať praktické poznatky od jednoduchých technických systémov (jednoduché stroje, prevody a pod.) až po modely strojov a strojných zariadení ako napríklad: modely semaforu, automatickej pračky, robotickej ruky, dopravného pásu, automatického otvárania dverí a pod. Verzie stavebníc Lego rady 9700 a vyššie boli už vyvinuté tak, aby sa dali ovládať pomocou počítačov. Sadu takýchto stavebníc máme do dnešného dňa aj na Katedre techniky a informačných technológií. Samozrejme vývoj počítačov je dnes úplne niekde inde a stavebnice sa tak stali nepoužiteľné. Pracovníci katedry prišli s nápadom skúsiť vyvinúť radiacu jednotku pre stavebnice Lego tak, aby sa dala ovládať pomocou mikrokontrolerov BBC Micro:bit.

Využitie mikrokontrolerov BBC micro:bit v školskej praxi

Mikrokontrolery BBC micro:bit sa dostali do škôl približne od roku 2018 a rýchlo si našli svoje miesto v predmetoch s informatickým a technickým zameraním. V krátkosti uvedieme niekoľko výstupov z výskumov od rôznych autorov, ktorý využívali tieto mikrokontrolery v školskej praxi.

Cieľom výskumu Voštinára a Knežníka¹ bolo zistiť, či práca s BBC micro:bit dokáže zvýšiť záujem žiakov o informatiku a podporiť ich programátorské schopnosti. Výskum prebehol na začiatku školského roka 2019/2020 na troch školách: Základná škola Ďumbierska v Banskej Bystrici, Gymnázium Milana Rúfusa v Žiari nad Hronom a Stredná odborná škola technická vo Zvolene. Do výskumu sa zapojilo 64 žiakov, ktorí riešili úlohy zamerané na matematické funkcie, jednoduché hry, LED svetlá, bezdrôtovú komunikáciu a rozšírenia ako Neopixel LED pásik a reproduktor. Výsledky ukázali, že 73,4% žiakov považovalo aktivity s micro:bitom za zmysluplné a zaujímavé. Tieto aktivity hodnotili ako zábavné a motivujúce a zároveň si osvojili nové zručnosti, ktoré môžu využiť v iných programovacích prostrediach.

¹ P. Voštinár, J. Knežník, *Education with BBC micro:bit*, "International Journal of Online and Biomedical Engineering" 2020 (iJOE), vol. 16, Issue 14, pp. 81–94, <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i14.17071>

BBC micro:bit sa ukázal ako cenovo dostupný a efektívny nástroj na podporu výučby informatiky a rozvoj digitálnych zručností.

Štúdia od autorov Videnovik, Zdravevski, Lameski, Trajkovik² uvádzajú používanie nástroja BBC micro:bit ovplyvňuje učenie programovania a počítačového myslenia u žiakov základnej školy, s dôrazom na motiváciu a spoluprácu. Štúdium sa zameralo na identifikáciu faktorov, ktoré ovplyvňujú kvalitu integrácie digitálnych vzdelávacích nástrojov do vyučovania a skúmanie, aký vplyv na žiakov majú rôzne vzdelávacie príležitosti a pohlavie. Ako nástroj bol použitý BBC micro:bit, prenosné a cenovo dostupné zariadenie, ktoré umožňuje študentom programovať a vidieť výsledky svojej práce v reálnom čase. Výskum zahŕňal 36 žiakov vo veku 12 a 13 rokov z rôznych krajín, ktorí po krátkom úvode začali samostatne programovať tento nástroj. Výsledky ukázali, že mikro:bit je jednoduchý na používanie, poskytuje hmatateľné výsledky a zvyšuje záujem o programovanie, pričom motivácia žiakov vzrástla po praktickom využití nástroja. Okrem toho sa ukázalo, že pohlavie nemá zásadný vplyv na učenie s týmto nástrojom, keďže dievčatá, ktoré boli spočiatku menej ochotné viesť vývoj, sa neskôr zapojili a dosiahli lepšie výsledky pri riešení úloh. Záverečné zistenie naznačuje, že vhodne navrhnuté príležitosti na učenie a podpora dievčat počas hodiny môžu výrazne zvýšiť ich záujem o programovanie.

Cieľom štúdie *Development and Evaluation of Let's Explore Micro:Bit (LEM) Module For Design and Technology Teachers in Primary Schools*³ bolo vyvinúť a zhodnotiť modul „Let's Explore micro:bit“ (LEM), ktorý má zvýšiť znalosti učiteľov základných škôl v Malajzii v oblasti programovania mikroprocesorov, konkrétne pre učiteľov predmetu Dizajn a technológia (RBT) pre 5. ročník základnej školy. Tento modul bol vyvinutý s využitím prístupu zmiešaného učenia (blended learning) a modelu obrátenej triedy (flipped classroom). Pri vývoji modulu sa podieľali odborníci z oblasti Dizajnu a technológie, Technického a odborného vzdelávania a Informačných a komunikačných technológií. Odborníci hodnotili obsah, jazyk a aplikáciu vybraných vzdelávacích metód, pričom 11 učiteľov zo základných škôl

² M. Videnovik, E. Zdravevski, P. Lameski, V. Trajkovik, *The BBC Micro:bit in the International Classroom: Learning Experiences and First Impressions, 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, Olhao, Portugal, 2018, pp. 1–5, <https://doi.org/10.1109/ITHET.2018.8424786>

³ I.T.W. Wei, A.A. Karim, *Development and Evaluation of Let's Explore Micro:Bit (LEM) Module For Design and Technology Teachers in Primary Schools*, “International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences” 2024, vol. 14, Issue 8, <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v14-i8/22426>

v Malajzii vyjadriť spätnú väzbu o jeho užitočnosti, jednoduchej použiteľnosti, ľahkosti učenia a celkovej spokojnosti. Výsledky ukázali, že modul bol hodnotený veľmi pozitívne a odborníci sa zhodli na jeho vysokej kvalite. Tento výskum potvrdzuje, že aplikácia zmiešaného učenia a modelu obrátenej triedy je účinným prístupom pri zlepšovaní vedomostí učiteľov o programovaní mikroprocesorov. Na záver sa odporúča uskutočniť ďalší výskum na meranie zlepšenia vedomostí učiteľov po použití tohto modulu.

Výskumu „*Creating cool stuff*” – *Pupils’ experience of the BBC micro:bit*⁴ preskúmal použitie vzdelávacieho zariadenia BBC micro:bit v školách a jeho vplyv na motiváciu žiakov pri učení sa programovania. Výskum sa zameril na to, ako micro:bit ovplyvňuje vnímanie a angažovanosť žiakov, ich kreativitu a schopnosti v oblasti programovania. Respondentmi boli učitelia a žiaci z 15 škôl v Anglicku, pričom učitelia mali rôzne skúsenosti s vyučovaním informatiky, od tých, ktorí boli zapojení do programu micro:bit už dlhší čas, až po nových učiteľov. Zber dát sa realizoval prostredníctvom pološtrukturovaných rozhovorov s učiteľmi a skupinových diskusií so žiakmi, ktoré sa uskutočnili v školách. Počet hodín, počas ktorých žiaci používali micro:bit, sa pohyboval medzi 2 až 12 vyučovacími hodinami. Výsledky ukázali, že žiaci vnímali micro:bit ako ľahko použiteľný, motivačný a podporujúci kreativitu. Medzi hlavné témy, ktoré sa objavili v spätných väzbách žiakov, patrili jednoduché použitie zariadenia, jeho hmatateľnosť, otvorenosť pre kreativitu a rozvoj programovacích zručností. Zariadenie sa ukázalo ako efektívny nástroj na podporu učebného procesu a rozvíjanie záujmu o programovanie, pričom žiaci vytvárali rôzne projekty, od jednoduchých príkazov až po pokročilejšie aplikácie ako pedometer alebo pohyblivý automobil.

Cieľom výskumu *Implementation of STEM education in the subject of Technology at Lower Secondary School – case study*⁵ bolo navrhnúť vyučovací model pre predmet technika pre 14-ročných žiakov 8. ročníka na slovenskej základnej škole. Vyučovacím modelom bola tzv. Čistička vody. Ďalším z cieľov bolo zistiť či aplikácia tohto konceptu pri výučbe predmetu Technika prispieva k rozvoju všetkých cieľov stanovených národným vzdelávacím programom. Na výskum bola použitá prípadová štúdia, dotazník a pozorovanie. Výskumu sa zúčastnilo 17 žiakov vo veku 14 rokov. Výsledky výskumu ukázali, že

⁴ S. Sentance, J. Waite, S. Hodges, E. Macleod, L.E. Yeomans, “*Creating cool stuff*” – *Pupils’ experience of the BBC micro:bit. Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2017*, <https://doi.org/10.1145/3017680.3017749>.

⁵ G. Bánesz, K. Komárová, D. Lukáčová, *Implementation of STEM education in the subject of Technology at Lower Secondary School – case study. Project-based Education and other activating Strategies in Science Education XXI. Conference proceedings*, 2023 (p. 73–84).

navrhnutý vyučovací model motivuje žiakov k štúdiu a podporuje ich schopnosť pracovať v skupinách. Výskum tiež ukázal, že používanie interdisciplinárnych prístupov v STEM vzdelávaní je pútavé a stimuluje žiakov, čím sa zvyšuje ich záujem o technické a prírodovedné disciplíny⁶.

Ako je z uvedeného zremé, tak mikrokontrolery BBC Micro:bit majú široké využitie v technickej praxi.

Využitie mikrokontrolera BBC micro:bit na ovládanie modelov zo stavebnice Lego

Mikrokontroleri BBC Micro:bit sa začali používať na Slovenských školách hlavne na hodinách informatiky od roku 2020 a rýchlo si získali učiteľov a žiakov. Umožňujú jednoduchým spôsobom naučiť žiakov základnom programovaní a využívať ich aj na ovládanie rôznych technických systémov. V našom prípade stavebnice Lego. Nakoľko bolo potrebné prispôsobiť systém mikrokontroleru k riadeniu modelov stavebnice, tak bola vyvinutá riadiaca jednotka. Návrh a realizáciu riadiacej jednotky uskutočnil PaedDr. Erik Krajincák, PhD. ešte ako interný doktorand Katedry techniky a informačných technológií.

Návrh riadiacej jednotky pre ovládanie stavebníc Lego

Riadiaca jednotka pre stavebnice bola vyvinutá tak, aby k nej žiak jednoduchým spôsobom dokázal pripojiť jednotlivé snímače stavebnice a rovnako aj riadené diely stavebnice (elektromotorček). Na obrázku 1 je vyobrazená riadiaca jednotka pre stavebnicu.

Riadiaca jednotka pre stavebnice bola vyvinutá tak, aby k nej žiak jednoduchým spôsobom dokázal pripojiť jednotlivé snímače stavebnice a rovnako aj riadené diely stavebnice (elektromotorček). Jej vyobrazenie je na obrázku 1.

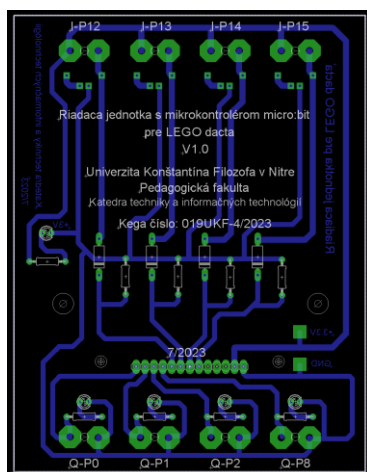
Riadiaca jednotka obsahuje nasledovné komponenty: držiak pre BBC micro:bit Breakout Mini, mikrokontroler micro:bit, vstupy riadiacej jednotky s označením I-P12 až I-P15 a výstupy s označením Q-P0, Q-P1, Q-P2, Q-P8. Na pripájanie vstupov a výstupov boli použité pôvodné Lego konektory zo stavebnice, ktoré boli priamo prispájkované na dosku plošných spojov.

⁶ Ibidem.



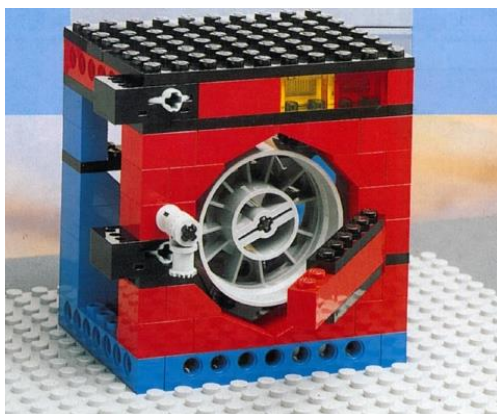
Obrázok 1. Riadiaca jednotka s mikrokontrolérom micro:bit

Na obrázku 2 je znázornená doska plošných spojov, ktorá bola použitá na zhotovenie riadiacej jednotky.



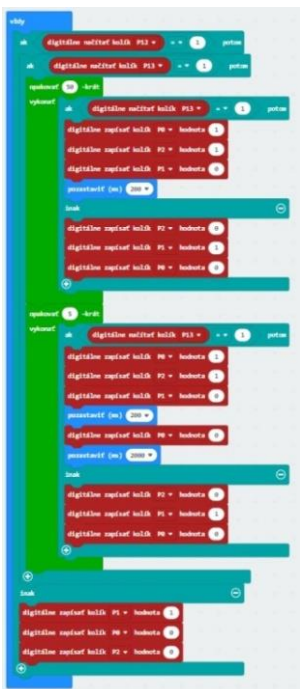
Obrázok 2. Doska plošných spojov pre riadiacu jednotku

Na otestovanie riadiacej jednotky bol použitý model automatickej práčky zo sady Lego 9700. Tento model obsahuje dva vstupné snímače, ktoré po pripojení na riadiacu jednotku podmieňujú spustenie programu prania. Ide o hlavný vypínač práčky a bezpečnostný spínač, ktorý dovoľí spustiť program prania až po správnom uzavretí dverí.



Obrázok 3. Model automatickej práčky zo stavebnice Lego⁷

Program na riadenie činnosti práčky bol vytvorený v aplikácii Makecode. Celý program pre ovládanie modelu automatickej práčky je na obrázku 3.



Obrázok 4. Riadiaci program pre model automatickej práčky

⁷ Lego 9700 by Lego Group, 1990.

Ako z uvedeného programu vyplýva, tak prací program sa spustí za splnenia dvoch základných podmienok a síce zapnutia hlavného vypínača a správnom zatvorení dverí práčky. Pri práci s riadiacou jednotkou treba po zostavení modelu správne pripojiť vstupy k jednotke a z výstupov riadiacej jednotky pripojiť motorček modelu práčky.

Záver

Navrhnutá riadiaca jednotka na ovládanie modelov sa osvedčila. Jej používanie je veľmi jednoduché a umožňuje ju využívať aj na iné modely. V budúcnosti ju plánujeme využívať na riadenie modelov semaforu, automatických dverí, pásu na prepravu balíkov a pod. Naša riadiaca jednotka bola vyvinutá ako súčasť riešenie projektu Kega č. 019UKF-4/2023 Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii, ktorý si kladie za cieľ implementovať mikrokontroléry na nižšie stredné vzdelávanie v rámci interdisciplinárnej edukácie. Cieľom je vytvoriť učebné pomôcky na báze mikrokontrolérov zamerané na interdisciplinárnu edukáciu prezákladné školy v nižšom strednom vzdelávaní. Sme presvedčení, že nami navrhnutá jednotka umožní žiakom lepšie chápať význam programovanie pre riadenie technických systémov.

Bibliografia

- Bánész G., Komárová K., Lukáčová D., *Implementation of STEM education in the subject of Technology at Lower Secondary School – case study. Project-based Education and other activating Strategies in Science Education XXI. Conference proceedings*, 2023 (p. 73–84), ISSN 2695-0626.
- Sentance S., Waite J., Hodges S., Macleod E., Yeomans L.E., “Creating cool stuff” – Pupils' experience of the BBC micro:bit. *Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2017*, <https://doi.org/10.1145/3017680.3017749>
- Lego 9700 by Lego Group, 1990.
- Videnovik M., Zdravevski E., Lameski P., Trajkovik V., *The BBC Micro:bit in the International Classroom: Learning Experiences and First Impressions, 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, Olhao, Portugal, 2018, pp. 1–5, <https://doi.org/10.1109/ITHET.2018.8424786>
- Voštinár P., Knežník J., *Education with BBC micro:bit*, “International Journal of Online and Biomedical Engineering” 2020 (iJOE), vol. 16, Issue 14, pp. 81–94, <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i14.17071>
- Wei I.T.W., Karim A.A., *Development and Evaluation of Let's Explore Micro:Bit (LEM) Module For Design and Technology Teachers in Primary Schools*, “International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences” 2024, vol. 14, Issue 8, <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i8/22426>