

ROBOTICKÉ STAVEBNICE V PŘÍPRAVE UČITEŮV INFORMAČNĚJ VÝCHOVY

STOFFOVÁ Veronika – TAKÁČ Ondrej, SR

Resumé

Článok sa zaoberá možnosťami využívania robotických stavebníc vo vyučovaní informatiky na základnej škole. Hlavná pozornosť je venovaná tvorbe robotov a ich programovaniu. Autori predpokladajú, že príjemné zážitky zo stavby a programovania robotov zvýšia záujem mládeže o štúdium technických a prírodovedných odborov na stredných a vysokých školách. Úspešné zavedenie robotiky do vyučovania na základných školách predpokladá erudovaných učiteľov v danej oblasti.

Kľúčové slová: robot, modelovanie, riadenie robotov, programovanie robotov

ROBOT KITS IN TEACHERS PREPARATION FOR INFORMATION EDUCATION

Abstract

The article deals with the possibilities of using robotic kits in teaching informatics at the elementary school. Main attention is paid to the creation of robots and their programming. The authors assume that the pleasant experience of building and programming robots will increase the interest of young people to study technical and natural science at colleges and universities. The successful implementation of robotics in elementary school assumes good prepared teachers in this field.

Keywords: robot, modelling, robot-control, robot-programming

1 Úvod

Kurikulárna transformácia na základných a stredných školách na Slovensku, ktorá je odrazom štátnych vzdelávacích programov, priniesla úpravu rozsahu vyučovania informatiky. Informatika sa stala riadnym vyučovacím predmetom aj na základných školách. Na stupni 1-4 sa vyučuje predmet Informatika v rozsahu jedna vyučovacia hodina za týždeň. Na vyššom stupni v ročníkoch 6-9 Informatika získala v priemere pol hodinu na týždeň. Riaditelia škôl majú v právomoci tento rozsah zvýšiť z pridelenej voľnej kapacity pre jednotlivé ročníky. Preto učitelia musia dôsledne a dôkladne premyslieť obsah jednotlivých vyučovacích hodín a považovať o tom, ako jednotlivé témy zapracovať aj v aplikovanej podobe do vyučovania iných predmetov. Napr. do predmetov Matematika, Fyzika, Vlastiveda, Prírodopis, Geografia, Technická výchova a pod., kde informatika a informačné technológie slúžia, ako nástroj, prostriedok, príp. ako vhodná učebná pomôcka alebo vzdelávacia technológia na zvýšenie účinnosti a efektivity vyučovania (Czakóová, 2011 a 2012, Serafín, 2012)).

2 Robotika a programovanie robotov v základnej škole

V rámci elektronizácie školstva mnohé základné školy získali niekoľko súprav robotických stavebníc. Učitelia v praxi ale neboli na ich využívanie pripravení. V rámci dištančného vzdelávania učiteľov informatiky, ktoré organizoval Štátny pedagogický ústav na preškolenie učiteľov informatiky v praxi, bol síce zaradený aj predmet orientovaný na robotizáciu a vydala sa aj učebná pomôcka, ale stále nie je k dispozícii dostatok motivujúcich úloh a problémov, ktoré by získali žiakov k tvorivej činnosti a riešeniu reálnych problémov

z každodenného života (Lovászová – Palmárová, 2011). Niektoré vysoké školy, ktoré majú akreditované učiteľské vzdelávacie programy, vôbec nereagovali na zmenené požiadavky štátnych vzdelávacích programov na pripravenosť učiteľov. Mnohé sa snažili upraviť prípravu učiteľov tak, že pozmenili obsah existujúcich predmetov, príp. zaviedli mnohé nové predmety. Na Univerzite J. Selyeho bol zavedený do učiteľskej prípravy aj predmet Robotika. Prvý cyklus výučby realizoval doktorand autorky tohto príspevku, Huba Hajdú, ktorý sa orientuje práve na budovanie a zavedenie tematického celku Tvorba a programovanie robotov do vyučovania na základných a stredných školách v Maďarsku (Hajdú, 2010). Druhý cyklus výučby robotiky a programovania robotov na UJS realizoval druhý autor príspevku. Vzhľadom na praktický charakter predmetu a jeho úzky vzťah k programovaniu sme predmet odporučili budúcim učiteľom informatiky (Végh, 2011a, 2011b). O predmet prejavili záujem aj študenti odboru Aplikovaná informatika.

3 Vyučovanie predmetu Robotika na UJS

3.1 Stavebnica: Lego Mindstorms NXT

Najobľúbenejšie nástroje, ktoré sú k dispozícii v robotike, sú robotické súpravy, ktoré vyvinula firma LEGO. Prvý NXT model bol vyvinutý v roku 1998. Novší model Mindstorms NXT sa dostal do predajní v roku 2009 a bol pomenovaný NXT 2.0. Od roku 2013 je na trhu verzia označená LEGO Mindstorms EV3. Lego Mindstorms NXT sa používa nielen na edukačné účely ale sa stal veľmi populárnym aj medzi bežnými používateľmi. V zahraničí ich používajú nielen na univerzitách, ale čoraz častejšie aj na základných a stredných školách, kde vyučujú ich montáž a programovanie (Hajdú, 2010). Nakoľko ich zaobstaranie je finančne náročné, školy sú zásobené len určitým množstvom takýchto súprav. Väčšina študentov sa tak s robotickými stavebnicami stretáva len na vysokých školách alebo univerzitách. Robot NXT možno zakúpiť v rôznych zostavách, ktoré sa líšia v počte prvkov na stavbu robota.

Balík 8527 LEGO NXT je vybavený tak, aby slúžil nielen na zábavu, ale aby umožnil riešiť aj zložitejšie úlohy. Obsahuje rad snímačov (napr. tlaku, pohybu, vzdialenosti, farieb RGB, zvuku, svetla) a servomotory. Ústrednou jednotkou systému je mikroprocesor, ktorý možno programovať pomocou počítača. Počítač a jednotka NXT sú spojené pomocou USB alebo Bluetooth, ktoré sa dá diaľkovo ovládať. Vhodné aplikácie LEGO NXT umožňujú nahliadnuť do problémov integrovaného sveta robotiky, informatiky a techniky a umožňuje v pomerne krátkom čase postaviť a naprogramovať robot.



Obr. 1 Lego Mindstorms NXT 2.0 so senzormi

3.2 Centrálna procesorová jednotka (NXT Brick)

Inteligentná centrálna riadiaca jednotka je vybavená 32-bitovým mikroprocesorom. Tiež 256 kB Flash a 64 KB RAM. Jednotka obsahuje aj grafický LCD displej, na ktorom sa zobrazujú číselné hodnoty, grafika a text. Obsahuje tri výstupné a štyri vstupné porty, ktorými možno riadiť činnosť senzorov a servomotorov. Riadiaca jednotka na ovládanie servopohonu používa napájacie napätie z batérií (6 x 1,5 V). Možno kúpiť aj jednotku, ktorá je vybavená dobíjacou batériou.

3.2 Snímače

Snímače premenia rôzne veličiny na elektrický signál. NXT základná sada obsahuje štyri senzory, ale je možné ju doplniť ďalšími senzormi. (Medzi senzory možno zaradiť aj motor na riadenie pootočenia robota).

Súprava LEGO NXT 2.0 obsahuje tri typy senzorov: tlakový snímač, snímač svetla a snímač pootočenia (uhla).



Obr. 2 NXT centrálna jednotka, senzory (tlakový, RGB, ultrazvukový) a servomotor

Snímač tlaku (dotykový senzor) je schopný rozlišovať 3 stavy. Sú to: stlačenie, uvoľnenie, kliknutie na tlačidlo. Stlačenie zodpovedá logickej hodnote 1 a uvoľnenie logickej hodnote 0.

Snímač vzdialenosti (ultrazvukový senzor) vyhodnotí vzdialenosť pomocou ultrazvuku odrazeného od objektu. Rozsah snímača je 5 – 255 cm. Nevýhodou je to, že je možné merať iba v prípade, ak sa odrazí dostatočné množstvo ultrazvukového signálu. Funkciu senzora znázorňuje Obr. 3.



Obr. 3 Princíp činnosti ultrazvukového senzora

Tento snímač sa používa v robotike, aby sa zabránilo kolíziám.

Svetelný senzor, senzor farby. Pomocou neho rozpoznávame farby a meriame vzdialenosti. Svietivosť sa meria na meracej škále od 0 do 100.

Snímače uhla (servomotor). V servomotore sa nachádza senzor na snímanie pootočenia, s ktorým môžeme dosiahnuť jemný pohyb telesa. Pomocou snímača môžeme vykonávať akýkoľvek pohyb. Napríklad zdvíhanie, váľanie, otáčanie a rovný pohyb. Vzhľadom na

funkciu detekcie kolízií slúži ako vstup aj ako výstup. Na riadenie pohybu robota je nutné použiť aspoň jeden servomotor. Motor obsahuje bezpečnostný prvok aby nezhorel.

3.3 Ďalšie senzory

Zostavu možno doplniť ďalšími senzormi, ktoré sú k dispozícii a rozširujú možnosti robota o celý rad ďalších funkcií.

4 Možnosti programovania robotov

Program na ovládanie robota je možné napísať vo viacerých programovacích jazykoch. Napr. NXT-G, NBC / NXC, ROBOTC, LEJOS, JAVA. Aplikácie, ktoré sme vytvorili, sú napísané v



Obr. 4 Prostredie programacieho jazyka NXT-G

programovacím jazykom NXT-G (celý názov LEGO Mindstorms NXT Graphics CODE). Ku každému LEGO NXT balíčku sa dodáva CD, pomocou ktorého možno nastaviť predvolený programovací jazyk. Toto programovacie prostredie je relatívne jednoduché. Je vhodné pre začiatočníkov a pre deti školského veku. Vytvorenie riadiaceho

programu dosiahneme pospájaním malých ikon. Ikony v programe reprezentujú predprogramované funkcie – riadiace štruktúry (sekvenciu, vetvenie a cykly). Začiatok programu, označuje malý oranžovo-biely grafický objekt s LEGO Mindstorms logom. Požadovaný cieľový program dosiahneme vložením príkazov, vetvenia a cyklov. Do programu je možné ľahko zintegrovat' ikony snímačov, motorov, ktorých funkcia je nastaviteľná v spodnom riadku. Aj komplikované a zložité programy môžu byť napísané pomerne rýchlo a ľahko.

Po otvorení programovacieho prostredia vidieť, že je rozdelené do 5 častí, ktorých počet sa môže meniť. Horizontálne na hornej lište sa nachádza ponuka, ktorá umožňuje otvorenie novej karty, alebo je možné nahrat' / načítať predtým napísané programy. Je možné tiež uloženie vytvorených programov.



Obr. 5 Programovacie možnosti pre používateľa: všeobecná, (jednoduchá) paleta, doplnená (úplná) paleta a vlastná paleta.

Programátor si môže vybrať z ponúknutých možností. Na všeobecnej palette sú k dispozícii najčastejšie používané prostriedky. V doplnenej palette má používateľ možnosť používať oveľa viac prostriedkov, než ktoré boli zaradené do všeobecnej palety. Sú v nej zoskupené aj rôzne príkazy a aktivity, ako napr. skupiny senzorov alebo skupiny rôznych nástrojov. Tretia možnosť je používať svoju vlastnú paletu. V tomto prípade príkazy a pokyny sú k dispozícii na stiahnutie z Internetu.

Samotný program sa píše v strednej oblasti, v ktorej je ďalších 5 malých ikon, ktoré umožnia dokončiť program a nahrat' ho do tzv. tehly (do centrálneho zariadenia). Používateľské voľby v ľavej časti rozhrania pomáhajú pri realizácii nápadov, poskytujú návod

na montáž robotov a tvorbu programov. Táto plocha môže byť vypnutá, čo zväčší plochu na skladanie programu. Ďalšia plocha slúži na nastavenie parametrov jednotlivých ikon pri písaní programu.

Vzhľadom na rýchly vývoj technológií môžeme ovládať roboty nielen pomocou dopredu pripravených programov ale aj napr. cez Bluetooth alebo USB. Robot možno tiež riadiť použitím Bluetooth mobilných telefónov, stačí stiahnuť a nahráť program z počítača do mobilného telefónu pomocou USB kábla (Kosztyu, 2013).

5 Zbierka úloh – konštrukcia a programovanie robotov

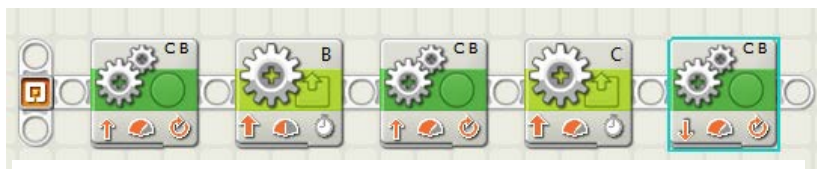
V rámci rozvoja predmetu robotika na podporu zavedenia robotických stavebníc a programovania robotov do vyučovania sme vytvorili zbierku námetov a riešených úloh. Robotika pripravuje žiakov na programovanie a rozvíja ich algoritmické myslenie. Zbierka úloh pozostáva zo série úloh od jednoduchých po zložité. Prvé úlohy sú zamerané na oboznámenie sa s robotickou stavebnicou – jej jednotlivými časťami a prvkami. Tieto úlohy sú jednoduché a sú orientované na pohyb robota a jeho riadenie. Počas modelovania a programovania robotov sa snažíme využiť funkcie a možnosti elementov robotickej stavebnice, rôzne snímače, senzory (a vysvetliť aj základné princípy ich fungovania) tak, aby výučba a učenie sa boli zábavne. Postupne nasledujú zložitejšie úlohy s využitím ďalších senzorov, príp. sa dopĺňajú funkcie a možnosti robotov z predchádzajúcich úloh. Jednotlivé úlohy postupne zvyšujú inteligenciu robota, pridávajú mu ďalšie schopnosti, napr. pri prekážke robot zistí správny spôsob riešenia – prekonania prekážky, pomocou senzorov deteguje farby atď. Z postupu práce pri budovaní robotov a riešení úloh sú vyhotovené aj videonahrávky, ktoré umožňujú nielen žiakom ale aj učiteľom, ktorí sa rozhodli využívať túto zbierku, sledovať postup tvorby dynamicky a nielen na základe statických obrázkov.

Komplexne boli vyriešené nasledujúce úlohy: Pohyb robota so zmenou smeru; Riadenie robota snímačom tlaku; Sledovanie čiary pomocou RGB snímača; Triedenie podľa farby; Meranie vzdialenosti na dodržanie minimálnej vzdialenosti od objektov; Robot, ktorý sa vyhýba prekážkam.

Každá úloha a jej riešenie obsahuje: Motivačný príbeh (uviedenie úlohy v prostredí problému); Explicitne formulovanú úlohu; Cieľ úlohy; Opis potrebných elementov na stavbu robota; Opis riešenia (ako to funguje); Vývojový diagram algoritmu riešenia; Programovanie; Testovanie robota a programu; Analýza a diskusia o riešení.

5.1 Úloha - Pohyb robota

Úlohou je zostaviť robot, ktorý vykonáva pohyb. Úloha je jednoduchá. Na obr. 6 je poskladaný robot a program na jeho riadenie. Úloha je zaradená do zbierky ako prvá.



Obr. 6 Pohybujúci sa robot a program na jeho riadenie

Cieľom je vyriešiť jednoduchú úlohu, zostaviť a inštalovať prvky LEGO, zabudovať motory a vytvoriť riadiaci softvér. Pri písaní programu cykly nie sú potrebné, pretože robot vykonáva jednoduché sekvencie pohybov. K správnej činnosti programu je nutné zabudovanie ikon *Move* a *Motor*. Najprv je potrebné zapnúť pohon obidvoch motorov, a potom pri otáčaní zapnúť len jeden

motor. Podľa vývojového diagramu činnosti, robot je schopný pohybovať sa nasledovne: najprv dopredu a potom sa otočí, opäť dopredu, znova sa otočí a posledným krokom je pohyb dozadu (Kosztu, 2013).

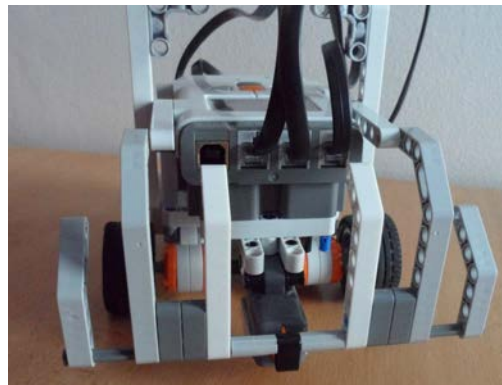
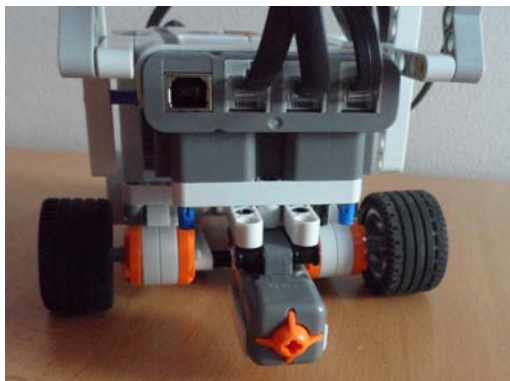
5.2 Úloha – Robot vyhýbajúci sa prekážkam

Je poslednou úlohou zbierky. Úlohou je vyhotoviť špeciálny robot, ktorý sa vyhýba prekážkam. Na riešenie sú použité servomotory, senzory a ovládacie prvky.



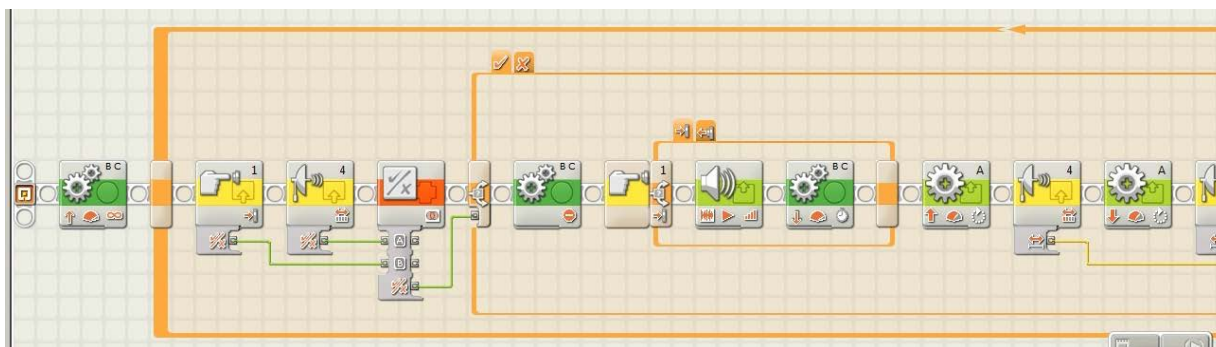
Obr. 7: Robot vyhýbajúci sa prekážkam

Pri konštrukcii robota boli použité tri servomotory, tlakový (dotykový) senzor a senzor na meranie vzdialenosti. Robot sa pohybuje v neznámom prostredí plynule pomocou servomotora a snímača. Keď je detegovaná prekážka, sa zastaví a po zhodnotení situácie a výbere novej trasy pokračuje v ceste ďalej. Načíta dáta zo senzorov, vyhodnotí údaje a vydá ďalší príkaz na smer pohybu aby sa vyhol prekážkam. Robot je poháňaný dvoma servomotormi. Servomotory slúžia na pohyb dopredu a dozadu ale aj na otáčanie robota. K obidvom servomotorom pridáme kolesá ktoré slúžia na otáčanie. Pri otáčaní sa kolesá točia opačne. Parametre otáčania kolies nastavíme počas písania programu. Otáčanie senzora vykonáva servomotor. Tento servomotor poháňa snímač pri pohybe doprava a doľava. Snímač robota pred štartom je v základnej polohe. Po spustení robota senzor merača vzdialenosti sa zapne a plynule vysiela ultrazvukový signál, pomocou ktorého meria vzdialenosť od prekážok. Keď sa robot dostane do vzdialenosti 20 cm od prekážky, robot sa zastaví a hľadá možnosť ako sa vyhnúť prekážke. Po zastavení senzor sa otočí 90° doľava a 180° doprava a pomocou ultrazvuku skenuje terén. Ideálny by bol smer dopredu. Po odmeraní vzdialenosti snímač vzdialenosti sa vráti do základnej polohy. Robot sa otočí a pokračuje v ceste správnom smere. Počas pohybu robota v neznámom teréne nemožno vždy detegovať všetky náhodné prekážky pred ním. V takýchto prípadoch sa odporúča umiestniť tlakový senzor na čelnom paneli. V prípade, že robot počas svojej práce neregistruje prekážku, tlakový spínač sa dotkne prekážky a robot sa automaticky zastaví. Tým sa zabráni aj poškodeniu robota, lebo vidlica prenášajúca tlak, má šírku robota, ktorá je určená vzdialenosťou jeho kolies. Tým je zabezpečená ochrana robota pred mechanickým poškodením.



Obr. 8 Namontovaný tlakový senzor a nárazník

Vývojový diagram a programovanie. Na písanie programu vzhľadom na jeho zložitosť, je dôležité pripraviť vývojový diagram (Stoffa, 2003). Na základe vývojového diagramu sa dá ľahko zostaviť NXT-G program. Program sa skladá z príkazov cyklov a vetvení. Časť programu je na obr. 9. Ako vidieť na obrázku, na začiatku programu je štart robota. Pokračuje sa cyklom a ďalším krokom je vloženie senzorov (tlakového senzora, senzora na približovania, aby mohli byť vykonané potrebné aktivity okamžite. Keď je detegovaná prekážka, robot sa zastaví a senzory začnú svoju činnosť, program posúdi situáciu a hľadá možné riešenie na pokračovanie v pohybe. Snímač tlaku sa aktivuje vtedy, keď robot narazí na prekážku. Vtedy vydáva oznamovací tón, že bude cúvať. Vtedy sa uplatní snímač na meranie vzdialenosti a hľadá možnosť, ako obísť prekážku. Je dôležité si uvedomiť, že robot je neustále v pohybe.



Obr. 9 Detaily programovania a programu

Testovanie robota. Po zostavení robota nasledovalo jeho náročné testovanie. Skúšali sme funkčnosť robota v rôznych podmienkach a situáciách a terénnych podmienkach. Chceli sme otestovať spoľahlivosť prevádzky robota, odhaliť prípadné chyby a odstrániť ich z programu. Odporúča sa test vykonať niekoľkokrát za sebou. Vytvorili sme dve situácie. Prvé testovanie robota sa uskutočnilo medzi náhodnými prekážkami a potom medzi stanovenými prekážkami. Robot plnil svoju stanovenú úlohu v oboch situáciách bez problémov a úspešne sa vyhol prekážkam. Na trati plnej prekážok robot využil nielen senzor na meranie vzdialenosti, ale aj tlakový senzor. Senzor na meranie vzdialenosti nezistil ako prekážku „topánky“, ale v tomto prípade rolu detektora prebral snímač tlaku. Test preukázal, že senzor tlaku v prednom nárazníku je skvelým pomocníkom pri detegovaní prekážok a tvorí predpoklad ich obídenia. V nasledujúcom testovaní bola pripravená krátka dráha s prekážkami z papierových škatúl. Robot splnil svoju úlohu aj v tejto situácii. Počas svojej cesty medzi prekážkami snímač merača vzdialenosti splnil svoju úlohu a robot sa vyhýbal všetkým umelo vytvoreným prekážkam. V tom prípade tlakový senzor nebol tak často používaný ako v prvom prípade, hoci aj v tom prípade sa uplatnila jeho funkcia. Dôvodom bola skutočnosť, že pri vyhýbaní sa prekážkam, presnosť nebola dostatočná.

4 Záver

Podľa našich skúseností študenti prejavili väčší záujem o prácu s robotickou stavebnicou a programovanie robota pri riešení náročnejších ale zaujímavých problémov z reálneho života. Dôležité boli aj konštrukčné schopnosti a zručnosti študentov pri zostavovaní a montáži robotov. Ich kreativita sa mohla v plnom rozsahu uplatniť len v prípade chápania základných fyzikálnych princípov fungovania rôznych senzorov (Várkony, 2012). Pozitívny vplyv na rýchle zostavenie programového riešenia pomocou ikon programovacieho prostredia mali programátorské znalosti a zručnosti študentov. Predpokladáme, že v prípade

žiakov základných a stredných škôl bude možné ikonické programovanie použiť ako propedeutiku programovania na získanie prvých programátorských skúseností. Tiež očakávame, že zavedenie programovania a konštrukcie robotov do vyučovania informatiky na základných a stredných školách zvýši záujem žiakov o štúdium technických a prírodovedných odborov. Úspechy a príjemné zážitky počas práce s robotickou stavebnicou vytvoria pozitívny vzťah k technike, ku konštrukčnej tvorivej práci a tak žiaci získajú pozitívny vzťah k technickým a inžinierskym profesiám.

Literatúra

- 1 CZAKÓOVÁ, K.: Imagine v príprave budúcich učiteľov ZŠ (Imagine in Primary School Teachers Preparation). In. Stoffová, V. (ed.): *XXIV. DIDMATTECH 2011*. Krakow: Uniwersytet Pedagogiczny, Instytut Techniki UP, 2011. s. 488-494. ISBN 978-83-7271-678-1.
- 2 CZAKÓOVÁ, K.: Tvorba aplikácií v Imagine pre budúcich učiteľov 1. stupňa ZŠ. In. Kalaš, I. – Huraj, L. (ed.): *DidInfo 2012*. Proceeding of abstracts and electronic version of reviewed contributions on CD-ROM. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 2012. s. 66 - 69. ISBN 978-80-557-0342-8.
- 3 HAJDÚ, H.: Robotics and robots in education. 1. vyd. In: *DidInfo 2010*, ed. Veronika Stoffová, Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied v Banskej Bystrici, 2010, 170 s. ISBN: 978-80-8083-952-9
- 4 KOSZTYU, G.: Robotika az alapiskolában - Robotika v základnej škole (diplomová práca), Komárno : Univerzita J. Selyeho, Pedagogická fakulta, 2013, 70 s.
- 5 LOVASZOVÁ, G. – PALMÁROVÁ, V.: Propedeutika programovania v nižšom sekundárnom vzdelávaní. 1. vyd. Nitra : UKF, 2011. 82 s. ISBN 978-80-8094-903-7
- 6 SERAFÍN, Č.: Vzdělávání v digitálním věku – digitální generace – Education in the digital age – digital generation In: *Education for information and knowledge based society* Editor Veronika Stoffová. 1. edition. Komárno : J. Selye University Komárno, 2012, pp. 31-37. ISBN 978-80-8122-064-7
- 7 STOFFA, V. *Az elektronikus tanulás lehetőségei a programozás elsajátításában*. In AGRIA MEDIA 2002: Az elektronikus tanulás a III. évezred pedagógiai kihívása. Eger, 2003, s. 480 - 488. ISBN 963-9417-09-2.
- 8 VÁRKOLY, L.: Odborné vzdelávanie a moderné IKT – Vocational education and modern ICT In: *Education for information and knowledge based society* Editor Veronika Stoffová. 1. edition. Komárno : J. Selye University Komárno, 2012, pp. 234 -245. ISBN 978-80-8122-064-7
- 9 VÉGH, L.: Animácie vo vyučovaní algoritmov a programovania (Animations in teaching algorithms and programming). In Dostál, J. (ed.): *Nové technologie ve vzdělávání : vzdělávací software a interaktivní tabule*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. 47-51. s. ISBN 978-80-244-2720-1.
- 10 VÉGH, L.: Hravou formou od bublinkového triedenia po rýchle triedenie (From BubbleSort to QuickSort with Playing a game). In Neubauer, J. – Hájková, E. (eds.): *XXIX. International Colloquium on the Management of Educational Process Proceedings, Part 2*. Brno : Univerzita obrany, 2011. 539-549. s. ISBN 978-80-7231-812-4

Lektoroval: **Prof. Dr. Ing. Imrich Okenka, PhD.**

Kontaktné adresy:

Veronika Stoffová, Prof. Ing. CSc., tel. +421 35 3260 605, e-mail: NikaStoffova@seznam.cz

Ondrej Takáč, Ing. PhD., tel. +421 35 3260 760, e-mail: takaco@selyeuni.sk

Univerzita J. Selyeho, Ekonomická fakulta, Katedra matematiky a informatiky,
Bratislavská cesta 3322, 945 01 Komárno, Slovenská republika