

DEVELOPING A LEARNING TAXONOMY FOR EDUCATIONAL ROBOTICS

Ivan KALAŠ – Karolína MAYEROVÁ – Michaela VESELOVSKÁ

Abstract: In our research, we study possible integration of *educational robotics* into Informatics education in our primary and lower secondary schools. For that, we need to precisely and systematically specify, which curriculum objectives we plan to meet and how we can identify the actual category of the cognitive attainment of our pupils. To do so, we decided to apply a modification of the Bloom / Anderson's taxonomy of the cognitive domain based on the work of Fuller [1]. This modification seems to work well in the subjects when the focus is put on *creating products* – and school Informatics with its educational programming and robotics is such instance. Fuller divided six categories of Bloom / Anderson into a matrix with two relatively independent dimensions of (a) *comprehension and interpretation* of the products, and (b) the ability to *produce* them. In this paper, we apply Fuller's approach to formulate our model of the learning objectives for educational robotics.

Keywords: educational robotics, curriculum, learning outcomes, assessment.

ŠPECIFIKÁCIA VZDELÁVACÍCH CIEĽOV PRE EDUKAČNÚ ROBOTIKU

Resumé: V našej výskumnej práci sa venujeme integrácii edukačnej robotiky do informatického vzdelávania na základnej škole (na jej prvom i druhom stupni). Aby sme mohli precízne a systematicky špecifikovať, aké vzdelávacie ciele chceme v tejto oblasti dosiahnuť a ako v nej budeme identifikovať kategórie kognitívnych výsledkov žiakov, rozhodli sme sa využiť modifikáciu Bloomovej / Andersonovej taxonómie kognitívnych vzdelávacích cieľov podľa Fullerovej [1]. Tá sa totiž javí ako vhodná pre vzdelávacie oblasti, v ktorých sa kladie primárny dôraz na *vytváranie určitého produktu* – a takou školská informatika s jej edukačným programova-

ním a robotikou celkom určite je. Autori tejto modifikácie rozdelili šesť kategórií poznania v kognitívnej doméne na dvojrozmerný model s relatívne nezávislými dimenziami (a) *interpretovania* či *hlbokého porozumenia* daných produktov a (b) ich vlastnej *tvorby*. V tomto príspevku pomocou spomínanej Fullerovej taxonómie prezentujeme náš model vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku.

Kľúčové slová: edukačná robotika, vzdelávací program, vzdelávacie ciele, hodnotenie.

1 Úvod

Ak chceme kvalifikovane vytvárať, implementovať a overovať kurikulum (vzdelávací program) pre edukačnú robotiku ako súčasť informatiky na rôznych stupňoch všeobecného vzdelávania, musíme starostlivo špecifikovať, aké vzdelávacie ciele týmto vzdelávacím programom sledujeme. V takom prípade je vhodné zvoliť si niektorú *taxonómiu vzdelávacích cieľov* a jej jazykom vyjadriť (a) čo sú kognitívne požiadavky kladené na žiakov v danej oblasti, (b) čo je metodicky správny postup v zodpovedajúcom vzdelávacom programe, (c) aké činnosti a úlohy pre žiakov si máme pripraviť a (d) ako budeme posudzovať napĺňanie našich cieľov, teda skutočne dosiahnuté poznanie žiakov.

Z literatúry poznáme niekoľko možných prístupov, napr. dobre známu Bloomovu taxonómiu [2] pre kognitívnu doménu. V ostatných rokoch sa však v literatúre objavujú aj názory, že Bloomova taxonómia – a ani jej Andersonova modifikácia [3] – nie sú celkom vhodné vo vzdelávacích oblastiach, v ktorých kladieme primárny dôraz na **vytváranie určitého produktu**. Naša konštrukcionista koncepcia modernej školskej informatiky, pozri napr. [4] – a edukačnej robotiky ako jej súčasti – je presne taká, teda orientovaná na vytváranie produktov. Z toho dôvodu sme sa rozhodli využiť inú modifikáciu

Bloomovej taxonómie, ktorú pre potreby stanovenia vzdelávacích cieľov a kritérií hodnotenia v oblasti vyučovania programovania pre začiatočníkov navrhli Fullerová a kol. [1]. Autori tejto modifikácie navrhli pozeráť sa na šesť Bloomových kategórií poznania ako na dvojrozmernú tabuľku s dvoma relatívne nezávisle sledovateľnými dimenziami – atribútmi porozumenia. Prvú dimenziu predstavuje **interpretovanie** príslušného produktu a druhú jeho **vytváranie**.

V kapitole 4 vysvetlíme myšlienku dvojrozmernej taxonómie kognitívnej domény. Už teraz však môžeme povedať, že voľba Fullerovej modifikácie Bloomovej taxonómie predstavuje odpoveď na prvú z dvoch otázok, ktoré si kladieme v tomto príspevku, konkrétne: (1) *Akou formou môžeme v našom výskume stanoviť vzdelávacie ciele pre edukačnú robotiku?*

V kapitole 5 potom charakterizujeme naše vnímanie edukačnej robotiky z pohľadu nových vzdelávacích programov, ktoré iteratívnym spôsobom vyvíjame a overujeme na 1. a 2. stupni ZŠ. Výsledkom tejto kapitoly je vlastná **tabuľka vzdelávacích cieľov** pre edukačnú robotiku, ktorá je zároveň odpoveďou na našu druhú otázku, konkrétne: (2) *Aké sú v našich vzdelávacích programoch vzdelávacie ciele pre edukačnú robotiku?*

2 Použité výskumné metódy

Náš výskum v oblasti integrácie edukačnej robotiky do informatického vzdelávania žiakov realizujeme stratégiou *iteratívneho kvalitatívneho výskumu*, nazývanou *výskum vývojom*, pozri napr. [5]. Vzdelávacie programy, ktoré sme doposiaľ takto vyvíjali a opakovane overovali v školskej praxi, nás priviedli do stavu, kedy sme pocítili potrebu presnejšieho sformulovania vzdelávacích cieľov našej koncepcie edukačnej robotiky. Na zodpovedanie otázky (1) o forme, akou môžeme vyjadriť tieto vzdelávacie ciele, sme použili teoretický výskum v kombinácii s **technikou kontrastovania**, pozri [6]. Na základe štúdia a analýzy odbornej literatúry sme si napokon zvolili *Fullerovej modifikáciu Bloomovej/Andersonovej taxonómie* vzdelávacích cieľov, ktorá nám poskytuje priestor na pomerne presnú interpretáciu jednotlivých vzdelávacích cieľov pre rôzne kognitívne úrovne vývinu žiaka pri výučbe našich vzdelávacích programov.

Za ostatné tri roky sme sa venovali teoretickému výskumu v oblasti edukačnej robotiky, a tiež aj praktickému pedagogickému výskumu na školách, kde sme získali veľa skúseností. Na ich základe teraz vieme presnejšie plánovať a posudzovať schopnosti a zručnosti žiakov v edukačnej robotike v jednotlivých ročníkoch. Počas spomínaných troch rokov sme prie-

beh výskumu podrobne zaznamenávali, pričom sme využívali viaceré metódy kvalitatívneho zberu dát, ako *zúčastnené pozorovanie*, *pološtruktúrované rozhovory*, *terénne zápisky*, *nahrávanie videozáznamov* a *analýzu žiackych produktov*.

Pomocou techniky kontrastovania sme analyzovali kvalitatívne dáta, ktoré sme takto zozbierali. Na základe získaných výsledkov sme vytvorili dvojrozmernú taxonómiu vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku, ktorá je odpoveďou na našu druhú výskumnú otázku. Ďalším krokom v nasledujúcom období bude jej validácia pomocou ďalších iterácií vo vývoji našich vzdelávacích programov, ktoré by už mali systematicky implementovať a plne rešpektovať takto sformulované vzdelávacie ciele.

3 Priebeh a výsledky výskumu

Od roku 2011 sme realizovali kvalitatívny výskum na predmete informatická výchova na prvom stupni ZŠ Kapitána Nálepku v Stupave, a to so žiakmi druhého, tretieho a štvrtého ročníka. Od roku 2012 sme na tejto škole uskutočňovali kvalitatívny výskum aj v piatom ročníku, teda na druhom stupni na predmete informatika. Na prvom stupni sme realizovali dve iterácie výskumu vývojom, ktoré sme bližšie analyzovali a popisali v [6], [7] a [8]. Na druhom stupni sme realizovali pilotnú štúdiu, ktorej výsledky sme popisali v [9] a

[10].

Pre potreby tohto článku sme použili zozbierané dáta z doterajšieho výskumu. Na základe našich skúseností sme vybrali zo získaných dát také príklady, ktoré najlepšie reprezentujú rozmanitosť úloh v našich vzdelávacích programoch. Na súbor týchto príkladov sme potom aplikovali techniku kontrastovania. To znamená, že sme si vybrali dva **hraničné príklady**, ktorými sme vymedzili **hranice škály**. Medzi ne sme potom zaradili všetky ostatné úlohy z vybraného súboru. Takéto škálovanie bolo podmienené predošlým štúdiom výskumnej literatúry a voľbou Fullerovej dvojrozmernej modifikácie Bloomovej taxonómie. Preto sme škálovanie vybraných úloh robili z dvoch pohľadov.

Prvé škálovanie úloh sme vytvárali vzhľadom na *kvalifikované porozumenie* (tento pojem bližšie vysvetlíme v piatej kapitole), s akým žiaci vytvárali či programovali robotické modely. Toto škálovanie korešpondovalo s Fullerovej dvojrozmernou tabuľkou v horizontálnom smere.

Druhé škálovanie úloh sme vytvorili tak, aby zohľadňovalo mieru aktívnej tvorby, ktorú budeme označovať ako *kvalifikovaná tvorba* (aj tento pojem bližšie vysvetlíme v piatej kapitole). Tento pohľad zasa korešponduje s Fullerovej tabuľkou vo vertikálnom smere. Výslednú tabuľku s nami špecifi-

kovanými vzdelávacími cieľmi pre edukačnú robotiku uvádzame v piatej kapitole, pozri Tab. 1.

Počas škálovania sme zvolené úlohy zaradzovali do jednotlivých buniek tabuľky, potom sme ich opakovane preformulovali a zo-
všeobecňovali, až sme v každej bunke stručne špecifikovali príslušný vzdelávací cieľ. Vzhľadom na špecifiká edukačnej robotiky sme tento proces robili zvlášť z pohľadu **konštrukcie robotických produktov** a zvlášť z pohľadu **programovania ich správania**. Vo výslednej tabuľke však v každej bunke prezentujeme takto sformulované vzdelávacie ciele spoločne (bielou a čiernou farbou), pozri Tab. 1 v kapitole 5.

4 Taxonómie vzdelávacích cieľov

V [1] autori charakterizujú taxonómie vzdelávacích cieľov ako prostriedok na stanovovanie všeobecných vzdelávacích cieľov a hodnotenie poznania, ako jeden z nástrojov pedagogického výskumu, a tiež ako akýsi jazyk na uvažovanie o poznávaní a jeho hodnotení. Aj keď existuje veľa rôznych prístupov na stanovovanie vzdelávacích cieľov, v každom z nich ide o určitý klasifikačný systém, usporiadanie alebo klasifikáciu poznatkov, zručností a postojov. Mnohé z týchto systémov sú hierarchické a zvyčajne na prvej úrovni rozdeľujú vzdelávacie ciele do troch oblastí či domén – kogni-

tívnej, afektívnej a psychomotorickej. Niektoré z týchto systémov sú jednorozmerné, napr. asi najznámejšia je Bloomova taxonómia [2], iné zavádzajú aj ďalší rozmer, napr. známa a široko akceptovaná Andersonova modifikácia Blooma [3].

Taxonómie sa zvyčajne používajú pri zostavovaní alebo posudzovaní vzdelávacích programov, často na klasifikáciu úrovni poznania (porozumenia, výkonu) v kognitívnej doméne, nie na určovanie obsahu. Keď učiteľ pozná vzdelávacie ciele v jednotlivých kategóriách, mal by v nich vedieť systematicky rozvíjať (a identifikovať) poznanie svojich žiakov.

Niektoré taxonómie klasifikujú vzdelávacie ciele vo všetkých troch doménach, niektoré sa zameriavajú najmä (alebo iba) na jednu z nich. Väčšina taxonómií si kladie za cieľ všeobecnosť, navrhujú jednotnú klasifikáciu pre všetky vzdelávacie programy, oblasti a vyučovacie predmety.

Každý, kto využíva niektorú taxonómiu vzdelávacích cieľov, vie, že práca s ňou býva zložitá a že správna klasifikácia cieľov je náročná – zrejme aj preto, že táto klasifikácia záleží na mnohých faktoroch, na konkrétnom zámere autora vzdelávacieho programu, na spôsobe jeho implementácie, na kontexte a konkrétnej učebnej situácii. Všetky spomínané problémy sa týkajú aj Bloomovej či Anderso-

novej taxonómie. Okrem týchto všeobecných problémov sa však vo výskumnej literatúre z oblasti vyučovania informatiky (Computer Science) a programovania vyskytujú aj ďalšie argumenty, prečo má zmysel uvažovať aj o menej všeobecných prístupoch, ktoré by lepšie odrážali špecifiká konkrétnych oblastí vzdelávania, napr. programovania. Výsledky výskumu, ktorý uvádzajú Johnson a Fuller [11], ukazujú, že ani pedagógovia v tom istom kurze programovania sa často nezhodnú na klasifikácii jednotlivých úrovní a kategórií alebo na klasifikácii relatívnej obťažnosti jednotlivých kognitívnych operácií v programovaní. Často majú problémy vhodne interpretovať pojmy ako *tvorba*, *aplikovanie* či *zhodnotenie* (*evaluation*). Lahtinen zasa v [12] uvádza, že zoradenie kognitívnych operácií v hierarchii Bloomovej taxonómie (pre ním skúmané vzdelávacie programy pre úvodné kurzy programovania) sa významne líši od priebehu (trajektórie) poznávania študentov. V [1] autori navrhujú rozlišovať medzi oblasťami (predmetmi), v ktorých sa zvyčajne učíme *interpretovaním*, a tými, v ktorých sa učíme *prevažne vytváraním, robením* (*learning by doing*). Preto pre potreby špecifikácie vzdelávacích cieľov v informatike (v programovaní) navrhujú modifikáciu Bloomovej taxonómie do dvojrozmernej tabuľky, v ktorej sa v jednom rozmere

sústredujú na porozumenie či interpretáciu (už vytvorených) programov a v druhom na schopnosti programy vytvárať (produkovať). V ich prístupe zachovávajú šesť kategórií podľa Andersona. Horizontálny rozmer klasifikujú ako *pamätať si*, *rozumieť* (*understand*), *analyzovať* a *zhodnotiť*. Vertikálny rozmer klasifikujú do troch úrovní: *netvorit'* (*teoreticky uvažovať*), *aplikovať* a *tvoriť*.

Tvorba	Tvoriť				
	Aplikovať				

		Pamätať si	Rozumieť	Analyzovať	Zhodnotiť
		Interpretovanie			

Obr. 1: Tabuľka dvojrozmernej modifikácie Bloomovej taxonómie podľa [1]

Z dôvodov, ktoré sme uviedli v kapitole 2, sme sa rozhodli využiť špecifikáciu vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku. Vzhľadom na špecifiká edukačnej robotiky sme sa rozhodli horizontálnu dimenziu tabuľky chápať ako kvalifikované porozumenie (*comprehension*) a jej vertikálnu dimenziu ako kvalifikovanú tvorbu. Najnižšiu úroveň kvalifikovanej tvorby sme nazvali *uvažovať* (*teoretizovať bez tvorby*). Táto voľba – a proces, ako

sme sa k nej dopracovali – dokumentuje odpoveď na našu prvú výskumnú otázku.

5 Taxonómia vzdelávacích cieľov v edukačnej robotike

V tejto kapitole prezentujeme našu výslednú tabuľku vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku, ktorú sme zostavili na základe doterajších iterácií nášho výskumu. Zameriavame sa tiež na vysvetlenie jej obsahu a možné interpretácie takto sformulovaných vzdelávacích cieľov.

Hoci robotika ako teoretický a aplikovaný odbor v sebe zahŕňa veľa rôznych aspektov, v edukačnej robotike sa orientujeme hlavne na jej dve zložky: **konštruovanie robotického modelu** a **programovanie jeho budúceho správania**, a to v kontexte vzdelávania. Programovanie v edukačnej robotike sa však odlišuje od klasického programovania – žiakom ponúka konkrétnu, bezprostrednú a hmatateľnú reprezentáciu či „vizualizáciu“ pre nich zvyčajne abstraktného programu. Počas našej praxe sme sa veľa krát stretli s prípadmi, kedy žiaci počas konštruovania modelu začali správne chápať programovanie ako *prostriedok na dosiahnutie svojho zámeru* (napr. rozhybanie robotického modelu), nie ako samostatný cieľ. Takýto postoj považujeme za správny, podľa nás neuberá ani nepridáva na dôležitosti žiadnej z dvoch spomínaných zložiek edu-

kačnej robotiky. Preto sa aj na taxonómiu vzdelávacích cieľov pozerať z dvoch rovnako významných pohľadov: pohľadu konštruovania a pohľadu programovania.

Na základe analýzy dát, ktorú sme priblížili v kapitole 3, sme zostavili tabuľku, pozri Tab. 1, ktorá popisuje vzdelávacie ciele edukačnej robotiky pre naše vzdelávacie programy z hľadiska konštruovania aj programovania robotického modelu (produktu).

Ako sme vysvetlili v predchádzajúcich kapitolách, zvolili sme si Fullerovej modifikáciu tradičnej taxonómie, takže naša tabuľka má dva rozmery. Prvý z nich reprezentuje *kvalifikované porozumenie* (so štyrmi úrovňami) a druhý *kvalifikovanú tvorbu* (s tromi úrovňami).

Ako **kvalifikované porozumenie** chápeme schopnosť porozumieť a interpretovať existujúci program či konštrukciu robotického modelu. Pod pojmom **kvalifikovaná tvorba** rozumieme schopnosť navrhovať a vytvárať vlastné programy a konštruovať vlastné robotické modely.

Vzostupný prechod cez jednotlivé **úrovne tvorby v tabuľke** znázorňuje proces alebo postupnosť štádií, v ktorých sa žiak môže nachádzať. Najnižší riadok (*uvažovať*) zodpovedá poznaniu na teoretickej úrovni, bez praktického aplikovania a vlastnej tvorby. Ďalší riadok (*aplikovať*) predstavuje aplikovanie týchto vedomostí. Vtedy môže dochádzať k prelínaniu s tretím,

teda najvyšším riadkom (*tvoriť*), kedy je žiak schopný vytvárať nové modely alebo programy na základe jeho doterajších schopností, skúsenosti a vedomostí v kombinácií s novými poznatkami, ktoré nadobudol v oblasti edukačnej robotiky. Ak sa vedomosti žiaka nachádzajú na najvyššej úrovni, predpokladáme, že už disponuje schopnosťami uvedenými na nižších riadkoch (v kontexte svojho poznania).

Ďalším prechodom cez tabuľku **je prechod zľava doprava**. Ten vyjadruje štádia porozumenia, kedy najnižším stupňom (prvý stĺpec) je pamätanie si rôznych informácií – t. j. *pamätať si*. Ďalším stupňom je *rozumieť*, kedy žiak už rozumie a vie objasniť či vlastnými slovami prerozprávať poznatky, ktoré si vytvoril. Nasleduje úroveň *analyzovať*, kedy žiak už vie využívať svoje doterajšie poznatky, vedomosti a zručnosti v nových, problémových či neznámych situáciách. Najvyššiu úroveň (úplne vpravo) označujeme ako *hodnotiť*, kedy žiak okrem doteraz spomínaných úrovní už vie použiť, vyjadriť a vysloviť svoj vlastný názor vytvorený na zadanú problematiku (napr. na robotický model či program). Ak sa žiak nachádza v stĺpci označenom ako *hodnotiť*, predpokladáme, že už nadobudol schopnosti označené ako *pamätať si*, *rozumieť* a *analyzovať*.

Výsledná tabuľka, pozri nasledujúcu stranu, tak reprezentuje určitú čiastočne usporiadanú mno-

žinu štádií, v ktorých sa žiaci nachádzajú pri rozvoji svojho poznania v edukačnej robotike.

Na základe rozdelenia vzdelávacích cieľov v edukačnej robotike (na základe našich vzdelávacích programov) sme najprv špecifikovali bunky tabuľky z hľadiska konštrukcie robotického modelu, potom aj z hľadiska programovania robotického modelu. Vznikli tak vlastne dve tabuľky, ktoré sme sa rozhodli pre názornosť spojiť do jednej, pretože stavba robotického modelu a jeho programovanie sú veľmi úzko prepojené zložky edukačnej robotiky, ako to potvrdzuje napr. aj Kabátová v [13]. V tabuľke sme tieto dve zložky rozlíšili farbami: Vzdelávacie ciele pre konštrukciu robotického modelu sme vyznačili bielou farbou a vzdelávacie ciele pre programovanie čiernou.

Treba si však uvedomiť, že tabuľka sama o sebe neurčuje presnú postupnosť aktivít, podľa ktorých by mal učiteľ vyučovať edukačnú robotiku. **Vytvorenú tabuľku je nutné interpretovať rôznymi spôsobmi**, a to s ohľadom na zvolený ročník, v ktorom by sa mohla využiť, s ohľadom na štádium kognitívneho vývinu žiakov a pod.

V nasledujúcej časti tejto kapitoly ilustrujeme interpretáciu tabuľky na niekoľkých konkrétnych úlohách zo školskej praxe.

Príklad 1: Interpretácia tabuľky na konkrétnych príkladoch pre tretí ročník ZŠ

Počas prvých troch hodín edukačnej robotiky na základnej škole v treťom ročníku sme so žiakmi realizovali nasledujúce aktivity:

- rozhovor o robotoch na základe ich doterajších skúseností,
- oboznámenie sa zo stavebnicou LEGO WeDo a programovacím prostredím pre túto robotickú stavebnicu spôsobom, ktorý kombinuje inštruktivistický a konštrukcionistický prístup,
- stavba vlastného robotického modelu (tvorba vlastného programu na ovládanie vlastného robota), a
- stavba robotického modelu podľa daného návodu s určeným správaním.

		Žiak vie:				
Kvalifikovaná tvorba	Tvorit'	spájať dieliky do produktu (skúšaním)	spájať dieliky do vlastnej alebo zadanej konštrukcie	nájsť a opraviť chybu v konštrukcii	navrhnuť a podľa toho postaviť optimálnu konštrukciu na základe kritického zhodnotenia zadania	
		spájať príkazy do programu (skúšaním)	zostaviť ciele príkazy do funkčného programu	nájsť a opraviť chybu v programe	vytvoriť optimálny program na základe kritického zhodnotenia zadania	
	Aplikovať	skladať prvky do konštrukcií podľa návodu	doplniť danú konštrukciu o danú inú časť konštrukcie	posúdiť danú konštrukciu a navrhnúť v nej zmeny	zhodnotiť (vlastnú alebo aj inú) konštrukciu na základe stanovených alebo vlastných kritérií	
		spustiť a zastaviť program na riadenie robota, zostaviť program podľa návodu	doplniť daný program, navrhnuť program na základe zadania	navrhnuť zmenu alebo opravu v programe, vybrať z daných programov ten, ktorý určuje dané správanie	zhodnotiť (vlastný alebo aj iný) program na základe stanovených alebo vlastných kritérií	
	Uvažovať	rozlišovať základné dieliky	uviesť príklady spájania dielikov (príklady rôznych konštrukcií)	popísať ako a prečo model funguje, aké má prvky	navrhnuť vhodné kritéria pre konštrukciu tak, aby spĺňala požiadavky zadania	
		rozlišovať prvky jazyka a rozlišovať prvky prostredia	uviesť príklady fungovania príkazov, popísať rozdiel medzi dvoma danými príkazmi	urobiť rozbor daného programu, identifikovať časti programu, ktoré fungujú žiadaným spôsobom	špecifikovať kritéria, podľa ktorých by sa mohli hodnotiť programy	
			Pamätať si	Rozumieť	Analyzovať	Zhodnotiť
	Kvalifikované porozumenie					

Tab. 1: Taxonómia vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku. Edukačné ciele pre konštrukciu robotického modelu sú vyznačené bielou farbou a hľadisko programovania čiernou.

Pred realizovaním spomínaných aktivít boli poznatky väčšiny žiakov v triede z edukačnej robotiky v tabuľke v bunke UP (v riadku označenom ako *uvažovať* a stĺpci označenom ako *pamätať si*). V ďalšom texte budeme používať tento systém na označovanie buniek v tabuľke, kde prvé veľké písmeno bude reprezentovať označenie riadka a druhé označenie stĺpca. Zaradenia do konkrétnych buniek v tabuľke sme robili na základe analýzy rozhovorov so žiakmi a našich vlastných pozorovaní. Zobrazenie jednotlivých zaradení tohto aj nasledujúcich príkladov do tabuľky ilustruje Obr. 2.

V závere spomínaných aktivít sa naplnené vzdelávacie ciele u rôznych žiakov nachádzali v rôznych bunkách tabuľky. Niektorí žiaci, ktorí nevedeli navrhnúť a postaviť vlastný model (či vytvoriť vlastný program), spájali jednotlivé dieliky bez porozumenia. To ich nedoviedlo k splneniu zadania (stavbe vlastného funkčného modelu) a nachádzali sa tak v bunke TP. Často si títo žiaci od nás vyžiadali návody, podľa ktorých by mohli postaviť konkrétny model – zamerali sa teda na rozvíjanie poznania zodpovedajúceho bunke AP.

Ak žiaci splnili zadanie a postavili beta verziu vlastného robotického modelu (t.j. ich prvú verziu funkčného modelu), ich poznanie zodpovedá bunke TR. Ak túto verziu svojho modelu vylepšovali

hľadaním a opravovaním chýb, mohli sa „presunúť“ až do bunky TZ, napr. cez bunku TA alebo cez iné bunky. Ak by na modeli našli chyby, ktoré by nedokázali opraviť, ich poznanie by zodpovedalo bunke AA.

V treťom ročníku sa vyskytol aj jeden špeciálny prípad žiaka, ktorý už mal skúsenosti s inou robotickou stavebnicou s podobným programovacím prostredím. Vedomosti tohto žiaka boli už v úvode spomínaných aktivít v bunke UR, na rozdiel od jeho spolužiakov. Z toho vyplýva, že rôzni žiaci prichádzajú na vyučovacie hodiny s rôznou úrovňou poznania, a teda môžu začínať v tabuľke na rôznom stupni poznania.

		Žiak vie:			
Tvorba	T				
	A				
	U				
		P	R	A	Z
		Porozumenie			

Obr. 2: Začiatkové a koncové stavy z Príkladu 1 zvýraznené sivou farbou

Príklad 2.: Interpretácia tabuľky pre žiakov piateho ročníka ZŠ na konkrétnej úlohe

V priebehu vyučovacích hodín informatiky orientovaných na edukačnú robotiku mali žiaci piateho ročníka za úlohu postaviť podľa

návodů model autíčko na obrázku 3
a jeho programu, pozri obrázok 4.



Obr. 3: Auto s pohybovým senzorom postavené podľa návodu

Následne mali vysvetliť správanie modelu na základe daného programu. Potom mali program modifikovať tak, aby sa autičko správalo takto: pôjde stále rovno, až kým niečo „neuvidí“. Ak vidí pred sebou prekážku, tak zastane. Keď prekážka zmizne, znova sa pohne, atď’.



Obr. 4: Program zadaný k modelu autíčka

Stavbu robotického modelu a programu podľa návodu reprezentuje v tabuľke bunka AP (viď Obr.

6). Aktivita, pri ktorej žiaci mali vysvetliť správanie modelu podľa daného programu, reprezentujú vzdelávacie ciele v tabuľke v bunke UA. Potom, ako sa žiakom podarilo pochopiť správanie daného programu, vhodne navrhnúť a realizovať zmeny, ktoré vyžadovalo zdanie, mohli žiaci rozvíjať poznanie zodpovedajúce napr. bunkám AA, TA alebo prípadne až TZ. Správny program môžeme vidieť na Obr. 5.



Obr. 5: Príklad optimálneho riešenia programu k modelu autíčka

Ak ich úpravy boli efektívne a podarilo sa im hneď pri prvom pokuse vytvoriť požadovaný program, ich poznanie zodpovedalo napr. bunke TA.

		Žiak vie:			
Tvorbá	T				
	A				
	U				
		P	R	A	Z
		Porozumenie			

Obr. 6: Začiatkové a koncové stavy z Príkladu 2 zvýraznené sivou farbou

Výsledná tabuľka prezentuje vzdelávacie ciele ako východisko pre naše nasledujúce iterácie v ďalších iteráciách vývoja vzdelávacích programov pre oblasť edukačnej robotiky. Pomáha nám tak vytvoriť rôznorodé typy úloh na objasnenie a hlbšie pochopenie rôznych konštrukčných a programátorských konceptov.

6 Diskusia a závery

V našom príspevku sme hľadali odpovede na dve otázky. Prvou otázkou sme skúmali, akou formou by bolo pre náš výskum vhodné a produktívne špecifikovať vzdelávacie ciele našich vzdelávacích programov pre edukačnú robotiku. Odpoveď sme našli štúdiom výskumnej literatúry v kombinácii s technikou kontrastovania a prezentujeme ju v kapitolách 3 a 4.

Druhou otázkou sme chceli získať presnú špecifikáciu našich vzdelávacích cieľov vo forme, ktorá vyplynula z prvej výskumnej otázky. Analýzou dát, ktoré sme zozbierali v doterajších iteráciách nášho výskumu, sa nám podarilo špecifikovať tieto ciele v Tab. 1, a to vo forme dvojrozmernej tabuľky podľa Fullerovej.

Získané odpovede považujeme za dôležité a užitočné pre ďalšie iterácie nášho výskumu, aj keď si uvedomujeme, že s nimi treba nárábať starostlivo a opatrne (vzhľadom na to, že sú citlivé na spôsob ich interpretácie). Domnievame sa

však, že v ďalších etapách nášho výskumu nám pomôžu systematickejšie formulovať štruktúru a jednotlivé kroky vo vzdelávacích programoch, ktoré vyvíjame a overujeme pre edukačnú robotiku na základnej škole. Okrem toho tiež veríme, že – najmä zodpovedaním druhej otázky – naplníme to najdôležitejšie vo výskume *vývojom*, a to vyvíjať pedagogickú intervenciu, aby sme lepšie rozumeli poznávaciemu procesu žiakov, a lepšie rozumieť poznávaciemu procesu žiakov, aby sme dokázali lepšie vyvíjať (lepšie v zmysle kritérií kvality kvalitatívneho výskumu) pedagogické intervencie.

Za nedostatok doteraz získaných výsledkov však považujeme fakt, že sme sa doposiaľ zamerali iba na formulovanie vzdelávacích cieľov v kognitívnej doméne, a to napriek tomu, že aj naše vlastné skúsenosti, aj napr. výsledky výskumu v [12] poukazujú na skutočnosť, že v poznávacom procese (aj) v oblasti informatiky a programovania hrajú významnú úlohu afektívne zložky – zrejme tým viac, čím nižšej vekovej kategórii sa venujeme. Ak realizujeme výskum pre žiakov 1. a 2. stupňa ZŠ, rovnako významné sú však aj psychomotorické ciele. Z charakteristík edukačnej robotiky, ktoré sme uviedli v kapitole 3 (konštruovanie a programovanie) vyplýva, konštrukčná zložka vzdelávacích cieľov v kognitívnej doméne bude úzko súvisieť aj s psy-

chomotorickými vzdelávacími cieľmi. O význame afektívnej zložky tiež nemôžeme vôbec pochybovať. Preto sa v ďalších etapách výskumu chceme pozornejšie venovať aj týmto doménam.

Realizácia tohto článku bola finančne podporená grantmi UK č. 604/2013 a č. 606/2013.

7 Literatúra

- [1] FULLER, U. a kol. Developing a computer science-specific learning taxonomy. *ACM SIGCSE Bulletin*. 2007, Ročník 39, Číslo 4, s. 152–170. ISSN 0097-8418 (on-line).
- [2] TUREK, I. Taxonómia cieľov – B. S. Bloom. *Didaktika*. 2010, Bratislava, Iura Edition, spol. s r. o., s. 52–54. ISBN 978-80-8078-322-8 (print).
- [3] ANDERSON, L.W. a kol. A taxonomy for learning and teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. 2001, New Jersey, Pearson. ISBN 13: 978-0801319037 (print).
- [4] KALAŠ, I. a kol. Konštrukcionizmus. Od Piageta po školu v digitálnom veku. *Zborník konferencie Didinfo 2011*. 2011, Banská Bystrica, Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied v Banskej Bystrici, Ročník 17, s. 7. ISBN 978-80-557-0142-4 (on-line).
- [5] KALAŠ, I. Pedagogický výskum v informatike a informatizácii (2. časť). *Zborník konferencie Didinfo 2009*. 2009, Banská Bystrica, Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied v Banskej Bystrici, Ročník 15, s. 15–24. ISBN 978-80-8083-720-4 (print).
- [6] ŠVAŘÍČEK, R., ŠEĐOVÁ K. a kol. Kvalitatívny výzkum v pedagogických vedách. 2007, Praha, Portál, s. r. o. ISBN 978-80-7367-313-0 (print).
- [6] MAYEROVÁ, K. Pilot Activities: LEGO WeDo at Primary School. *Workshop Teaching Robotics Teaching with Robotics: Integrating Robotics in School Curriculum*. 2012, Riva del Garda. ISBN 978-88-95872-05-6 (on-line).
- [7] MAYEROVÁ, K., VESELOVSKÁ, M. Robotic kits and key competences in primary school. *Information and Communication Technology in Education*. 2012, Ostrava, University of Ostrava, Pedagogical Faculty, s. 175–183. ISBN 978-80-7464-135-0 (print).
- [8] MAYEROVÁ, K., VESELOVSKÁ, M. Educational robotics in primary school: unusual methods of evaluation. *JTIE*. 2013, Department of Technology and Information Education, Faculty of Education, Palacký University in Olomouc, s. 50–57. ISSN 1803-6805 (on-line).
- [9] VESELOVSKÁ, M., MAYEROVÁ, K. Čo si žiaci predstavujú pod pojmom „robot“? *Zborník konferencie Didinfo 2013*. 2013, Banská Bystrica, Univerzita Mateja

Bela, Fakulta prírodných vied v Banskej Bystrici, Ročník 19, s. 263–271. ISBN 978-80-557-0527-9 (print).

[10] VESELOVSKÁ, M., MAYEROVÁ, K. Robotic kits in secondary school. *JTIE*. 2013, Department of Technology and Information Education, Faculty of Education, Palacký University in Olomouc, s. 96–101. ISSN 1803-6805 (on-line).

[11] JOHNSON, C. G., FULLER, U. D. Is Bloom's taxonomy appropriate for computer science? *6th Baltic Sea Conference on Computing Education Koli Calling 2006*. 2007, Stockholm, Department of Information Technology, University of Uppsala, s. 120–123. ISSN 1404-3203 (on-line).

[12] LAHTINEN, E. A Categorization of Novice Programmers: A Cluster Analysis Study. *Proceedings of the 19th annual Workshop of the Psychology of Programming Interest Group*. 2007, Joensuu, University of Joensuu Department of Computer Science and Statistics, s. 32–41.

[13] KABÁTOVÁ, M., PEKÁROVÁ, J. Learning how to teach robotics. *Constructionism 2010 conference*. 2010, Paris. ISBN 978-80-89186-66-2 (on-line).

prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD.,
Mgr. Karolína Mayerová,
Mgr. Michaela Veselovská,
Katedra základov a vyučovania
informatiky
Fakulta matematiky, fyziky
a informatiky UK
Mlynská dolina
842 48, Bratislava, SR
E-mail:{kalas, mayerova, vese-
lovska}@fmph.uniba.sk
www.pracoviska:
<http://www.edi.fmph.uniba.sk>