



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



PaedDr. Michaela Veselovská

Autoreferát dizertačnej práce

Edukačná robotika ako súčasť informatiky na 2. stupni ZŠ

na získanie akademického titulu philosophiae doctor

v odbore doktorandského štúdia:

9.2.3 Teória vyučovania informatiky

Bratislava 30. 8. 2016

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre základov a vyučovania informatiky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.

Predkladateľ: **PaedDr. Michaela Veselovská**
Katedra základov a vyučovania informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Školiteľ: **prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD.**
Katedra základov a vyučovania informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Oponenti: **prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.**
Katedra matematiky a informatiky
Pedagogická fakulta TU v Trnave
Priemyselná 4, 918 43 Trnava

doc. RNDr. Ľubomír Šnajder, PhD.
Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta
Univerzita P. J. Šafárika
Jesenná 5, 041 54 Košice

PaedDr. Viera Michaličková, PhD.
Katedra informatiky
FPV UKF v Nitre
Trieda Andreja Hlinku 1, 949 74 Nitra

**Obhajoba dizertačnej práce sa koná o h
pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského štúdia vymenovanou
predsedom odborovej komisie**

9.2.3 Teória vyučovania informatiky

**na Katedre základov a vyučovania informatiky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava.**

Predseda odborovej komisie:

.....
prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD.
Katedra základov a vyučovania informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Úvod

Spoločne so zmenou cieľov a priorít vzdelávania, vyvíjajú sa aj spôsoby a metódy pri ich napĺňaní. Objavujú sa ďalšie zručnosti a schopnosti, ktorým sa prikladá čoraz väčší dôraz. Patria medzi ne napr. rozvoj zodpovednosti za vlastné učenie sa, rozvoj nezávislého učenia sa, rozvoj znalostí, zručností a postojov pre učenie sa a život v 21. storočí a v neposlednom rade i rozvoj digitálnej gramotnosti. Dôležitú úlohu tu zohrávajú digitálne technológie, a to nie len ako cieľ, ale hlavne ako prostriedok. Na rozvoj uvedených znalostí a zručností sa vo formálnom vzdelávaní zameriava všeobecno-vzdelávací predmet informatika. I tá si neustále vyjasňuje, aké sú jej primerané vzdelávacie ciele a akými metódami a prostriedkami ich dosiahnuť. Jedným z novších a pútavých prostriedkov je aj edukačná robotika. Jej uplatnenie vo vyučovaní, ale i v celom poznávacom procese, skúma už viac ako desaťročie mnoho pedagógov, výskumníkov a vzdelávacích inštitúcií. Edukačná robotika v procese učenia sa vytvára priestor k rozvoju rôznorodých vzdelávacích cieľov vo viacerých predmetoch. V našom výskume sme sa zamerali na jej využitie pri napĺňaní vybraných vzdelávacích cieľov informatiky. Hlavným cieľom našej dizertačnej práce bolo iteratívne vyvíjať, overovať a vylepšovať vzdelávací program, pomocou ktorého môžeme produktívne integrovať edukačnú robotiku do informatiky na 2. stupni ZŠ. Domnievame sa, že takto vyvinutý vzdelávací program môžu vyučujúci zakomponovať do svojej bežnej výučby, a tiež, že ich dokáže inšpirovať k tvorbe vlastných aktivít s robotickou stavebnicou.

1 Vymedzenie výskumu

1.1 *Téma výskumu a výskumný problém*

Edukačná robotika vzbudzuje čoraz väčšiu pozornosť v školskom i mimoškolskom prostredí, v mnohých krajinách, od materských škôl až po vysokoškolské kurzy. Učitelia i výskumníci sa s jej pomocou snažia žiakov motivovať k učeniu sa prírodovedne a technicky zameraných predmetov, kde si rozvíjajú napr. zručnosti potrebné na riešenie problémov, konštruktérске a programátorské zručnosti, schopnosti komunikácie a kolaborácie a pod. Mnohé zo spomínaných zručností a schopností majú pre žiakov nepopierateľný význam. Ako však pripraviť žiakov na život v spoločnosti, v ktorej sa bežné technológie vyvíjajú a modifikujú čoraz rýchlejšim tempom? Ako pripraviť žiakov na ich budúce profesie, ktoré dnes ešte ani neexistujú? Ako ich pripraviť na život, v ktorom sa budú neustále prispôsobovať meniacim sa podmienkam či už v práci, alebo pri realizovaní voľnočasových aktivít? V súčasnej dobe sa musíme zamýšľať už nie len nad tým, aké znalosti a zručnosti si majú žiaci priniesť do bežného života, ale aj nad tým, ako pre žiakov pripraviť také vzdelávacie prostredie, aby dokázali svoje poznatky a zručnosti produktívne využiť pri riešení konkrétnych problémov, a to nie len v škole, ale aj v bežnom živote.

Za ostatných dvadsať rokov došlo k viacerým zmenám v požiadavkách kladených na absolventov škôl. Žiaci by sa mali učiť pracovať s novými technológiami, využívať a hľadať nové postupy na riešenie problémov a pripravovať sa na plnohodnotný život v spoločnosti. V rámci projektu Infovek sa v rokoch 2002 až 2006 dostali do viac ako 100 slovenských škôl robotické stavebnice LEGO Mindstorms RCX. Ich distribúcia začala pred viac ako desiatimi rokmi a odvtedy prišli postupne na trh aj jej dve novšie verzie – NXT a EV3. Tak isto aj softvér k tejto stavebnici prešiel istými zmenami. V niektorých školách sa naďalej využívajú aj stavebnice LEGO Mindstorms NXT, a to prevažne v rámci mimoškolských aktivít zahŕňajúcich prípravu na robotické súťaže. Týmto aktivitám sa často venuje len niekoľko nadšencov, ktorí sa zúčastňujú spomínaných súťaží. Ako však poskytnúť všetkým žiakom

príležitosť pracovať s edukačnou robotikou tak, aby sme maximálne využili jej potenciál na podporu ich poznávacieho procesu? Najprínosnejšie a zrejme aj najprirodzenejšie je začleniť ju do vyučovania informatiky, prípadne s presahom do medzipredmetových projektov.

Témou nášho výskumu je preto edukačná robotika na 2. stupni ZŠ. Túto tému sme si zvolili z viacerých dôvodov. Medzi prvoradý patrí naše presvedčenie, že edukačná robotika v sebe zahŕňa značný potenciál rozvíjať rôzne ciele informatiky na 2. stupni ZŠ vo všetkých jej piatich tematických okruhoch, do ktorých je rozdelená Štátnym vzdelávacím programom (ďalej len ŠVP). Gura (2011) dokonca tvrdí, že pri skúmaní vzdelávacích štandardov takmer každého predmetu môžeme nájsť produktívne prepojenie s edukačnou robotikou. Hovorí tiež, že čím dlhšie ju budeme využívať pri vyučovaní, tým viac možností nájdeme, ako s jej pomocou rozvíjať vzdelávacie ciele na konkrétnom predmete. V našom dizertačnom výskume sa primárne zameriavame na využitie edukačnej robotiky na napĺňanie vybraných vzdelávacích cieľov informatiky definovaných v ŠVP (ŠPU, 2014, p. 2) nasledovne: *„Žiaci uvažujú o informáciách a rôznych reprezentáciách, používajú vhodné nástroje na ich spracovanie, uvažujú o algoritmoch, hľadajú a nachádzajú algoritmické riešenia problémov, vytvárajú programy podľa daných pravidiel, logicky uvažujú, argumentujú, hodnotia, konajú zdôvodnené rozhodnutia, komunikujú a spolupracujú prostredníctvom digitálnych technológií a pod.“*

Pri implementácii edukačnej robotiky žiaci pracujú na stavbe a programovaní robotického modelu. To znamená, že sa nestretávajú len s hľadaním riešenia určitého problému (či už z hľadiska konštrukcie alebo programovania), ale zároveň pracujú na konkrétnom projekte. V ňom si musia vedieť sformulovať problém v podobe návrhu robotického modelu, jeho budúceho (plánovaného) správania a programu na jeho ovládanie. Pri realizácii návrhu pracujú v tímoch, v ktorých sa učia spolupracovať pri riešení problému a otvorene o ňom diskutovať, či už s inými skupinami alebo vyučujúcim. Žiaci si takto rozvíjajú nie len schopnosti kooperácie a komunikácie, ale aj schopnosti potrebné na výskumnú prácu.

Edukačná robotika má mimoriadny potenciál rozvíjať spomínané schopnosti a zručnosti. Toto presvedčenie sme získali na základe rozsiahlej analýzy odbornej literatúry, ktorej výsledky prezentujeme v 2. kapitole. Potenciál edukačnej robotiky môže produktívne prispievať aj k rozvoju znalostí a zručností pre 21. storočie. Nimi sa zaoberalo viacero medzinárodných inštitúcií ako Unesco, Partnership for 21st Century Skills, ATCS21, ISTE a pod. Khanlari (2013) tvrdí, že edukačná robotika sa môže využiť ako efektívny prostriedok, ktorý dokáže pripraviť žiakov na život v 21. storočí.

V našom výskume sa teda zaoberáme využitím edukačnej robotiky takým spôsobom, aby pomáhalo napĺňať vybrané ciele informatiky na 2. stupni ZŠ, a zároveň prispelo k príprave žiakov na život v 21. storočí.

1.2 Ciele výskumu

V našom výskume sme sa najskôr sústredili na analýzu súčasného stavu poznania vo využívaní edukačnej robotiky na 2. stupni ZŠ. Podrobne sme analyzovali výskumné projekty, ktoré sa realizovali v ostatných rokoch. Naším cieľom bolo zistiť, akým spôsobom sa edukačná robotika začleňuje do vzdelávacieho procesu u žiakov vo veku 10 až 12 rokov. Ďalej nás zaujímalo, na akých predmetoch (a s využitím akých tém) sa edukačná robotika objavuje vo vyučovaní u žiakov spomínanej vekovej kategórie a aké schopnosti a zručnosti si žiaci jej využitím môžu rozvíjať. Získané poznatky nám poslúžili ako východisko v ďalšej

fáze výskumu a pomohli nám špecifikovať smer výskumu. Podrobný popis analýzy spomínaných výskumov sme prezentovali v kapitole 2.

Hlavným cieľom nášho dizertačného výskumu bol *návrh, implementácia a overenie vzdelávacieho programu pre edukačnú robotiku, čiže integrácia edukačnej robotiky do informatiky na 2. stupni ZŠ*. Vzdelávacím programom tu rozumieme materiály pre pedagógov zahŕňajúce vzdelávacie ciele a rozvíjané kompetencie žiakov, obsahujúce vybranú metodiku a obsah výučby a sú v súlade s platným Štátnym vzdelávacím programom. Naším cieľom teda bolo iteratívne vytvoriť a overiť vzdelávací program edukačnej robotiky, ktorý zahŕňa:

- detailný popis jedenástich aktivít, ktoré rozvíjajú vybrané ciele informatiky,
- popis vybraných vzdelávacích cieľov informatiky z perspektívy edukačnej robotiky,
- návrh rozširujúcich aktivít pre nadaných žiakov,
- návrhy formatívneho hodnotenia žiakov v jednotlivých aktivitách,
- konkrétne rady a metodické odporúčania pre pedagógov z hľadiska organizácie vyučovacích hodín a pod.

1.3 Výskumné otázky

V našom výskumnom projekte sme si stanovili dva výskumné ciele. Prvým cieľom bolo zistiť, na akých predmetoch (a s využitím akých tém) sa edukačná robotika objavuje vo vyučovaní u žiakov vo veku 10 až 12 rokov a aké schopnosti a zručnosti si žiaci jej využitím môžu rozvíjať. Poznatky získané pri preskúmaní tohto cieľa nám poslúžili ako východisko v nasledujúcich etapách výskumu. Prvý cieľ sme preto neformulovali ako výskumnú otázku.

Hlavný cieľ výskumu sme napokon sformulovali do nasledujúcej výskumnej otázky:

O1 Aké špecifické ciele, obsah a formu môže mať vzdelávací program pre edukačnú robotiku v predmete informatika pre žiakov vo veku 10 až 12 rokov?

Pri tejto otázke sme si položili aj nasledujúce doplňujúce podotázky:

- *Akú formu a obsah môže mať taxonómia vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku?*
- *Aké metódy hodnotenia môžeme využiť pri výučbe nášho vzdelávacieho programu?*

1.4 Harmonogram výskumu

Výskum sme realizovali v štyroch etapách:

V prvej etape sme sa zamerali na informačnú prípravu výskumu. Študovali sme odbornú literatúru na tému edukačná robotika na 2. stupni ZŠ, a zároveň sme skúmali rôzne výskumné metódy zberu a analýzy dát. V tejto etape sme realizovali i pilotnú štúdiu so žiakmi piateho ročníka na vybranej ZŠ, kedy sme tiež skúmali, ktorá robotická stavebnica je pre náš výskum vhodná a zisťovali sme schopnosti a zručnosti žiakov v oblasti plánovania, realizácie a prezentovania robotického modelu. Zistenia z pilotnej štúdie sme prezentovali na domácej a zahraničnej konferencii. Naše spoločné príspevky z tejto konferencie boli publikované v časopise *Journal of Technology and Information Education* (ďalej len JTIE).

V druhej etape výskumu sme sa sústredili na zmapovanie výskumných projektov realizovaných v oblasti edukačnej robotiky so žiakmi vo veku 10 až 12 rokov. Vytvorili sme špecifikáciu vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku, ktorú popisujeme v kapitole 4. V tejto etape sme tiež overili väčšiu časť vyvíjaného vzdelávacieho programu s vybranými triedami šiesteho ročníka, ktoré vyučovala ich vlastná vyučujúca. Takýmto spôsobom sme overovali aj náš návrh metodických materiálov pre učiteľov. Väčšinu navrhnutých aktivít sme

ďalej overili i v priebehu *Tvorivého týždňa na Matfyzě*, ktorý sme spolu s kolegyňou Mayerovou organizovali a viedli v priebehu letných prázdnin v roku 2013. Niektoré aktivity sme realizovali aj so študentmi učiteľských kombinácií počas kurzu *Robotické stavebnice vo vyučovaní (I)*¹. V tejto iterácii sme tiež skúmali, aké znalosti a zručnosti pre 21. storočie si môžu žiaci rozvíjať v rámci nášho vzdelávacieho programu. Získané poznatky sme publikovali v spomínanom časopise *JTIE*, na zahraničných a domácich konferenciách.

V tretej etape sme na základe záverov z predchádzajúcich etáp výskumu navrhli a overili tretiu iteráciu vývoja vzdelávacieho programu s viacerými triedami piateho ročníka ZŠ, ktoré opäť vyučovala ich vlastná vyučujúca. Navrhovali sme tiež rôzne typy úloh na prácu s robotickou stavebnicou a vytvárali sme rôzne typy hodnotení k navrhovaným aktivitám. V tejto etape výskumu sme zároveň skúmali, koľko úloh je pre žiakov primerané pripraviť v rámci danej aktivity a do určitej miery sme ju realizovali s určitým prekryvom s nasledujúcou etapou výskumu. Výsledky analýzy nám poslúžili k ďalšiemu kvalifikovanému vývoju nášho vzdelávacieho programu. Priebežné výsledky sme publikovali v časopise *International Journal of Information and Communication Technologies in Education* a na zahraničnej a domácej konferencii.

V štvrtej etape sme finalizovali a overili štvrtú iteráciu vývoja vzdelávacieho programu s triedou šiesteho ročníka ZŠ. V tejto iterácii sme sa zamerali na reakcie vyučujúcej i žiakov na metodický materiál a realizovali sme jeho finálne úpravy. Doterajšie získané poznatky sme publikovali na zahraničnej a domácej konferencii. Výsledky a závery z nášho výskumu plánujeme publikovať na ďalších konferenciách.

1.5 Stratégia výskumu

V našom dizertačnom výskume sme využili **metódy kvalitatívneho výskumu**, pozri (Švaříček et al., 2007; Creswell, 2008). Rozhodli sme sa pre ne z viacerých dôvodov:

- pracovali sme pravidelne a intenzívne s malými skupinami žiakov,
- podrobne sme zaznamenávali skúmané udalosti pri práci s týmito žiakmi, a potom sme ich hĺbkovo analyzovali – o malých skupinách sme sa takto chceli dozvedieť v našom kontexte čo najviac.

Pri hľadaní odpovede na výskumnú otázku **OI** sme používali stratégiu **výskum vývojom** (angl. *design-based research*). V tomto procese sme navrhovali a vyvíjali vzdelávací program s edukačnou robotikou tak, aby naplnil niektoré ciele školskej informatiky. Naším cieľom bolo iteratívne navrhnuť, vyvinuť, overiť a zhodnotiť metodiku pre učiteľov. Zvolili sme metodológiu výskumu vývojom kvôli tomu, že ide o empirický výskum, ktorý náležitými vedeckými postupmi skúma odpovede na otázky vyplývajúce z pozorovanej reality. Ide o edukačný výskum, ktorého cieľom je porozumieť poznávaciemu procesu žiakov. Pri výskume prostredníctvom vývoja výskumník aktívne vstupuje do vzdelávacieho procesu, pričom sa mu usiluje porozumieť a zároveň ho aj rozšíriť, pretvárať alebo podporiť vývojom svojej pedagogickej intervencie, pozri (Kalaš, 2009). Intervenciu v našom prípade predsatvovala metodika integrácie edukačnej robotiky do všeobecnovzdelávacieho predmetu informatika na 2. stupni ZŠ. Tento výskum prebiehal v cykloch, pričom každý ďalší cyklus bol obohatený zisteniami z predchádzajúcej iterácie, novým zberom dát a ich analýzou. Každý cyklus (iterácia) sa skladala z dvoch fáz:

- návrh, vývoj a nasadenie intervencie,
- pozorovanie a analýza intervencie.

¹ Tento kurz sme viedli s kolegyňou Mayerovou v rámci Katedry základov a vyučovania informatiky FMFI UK v letnom semestri v rokoch 2013 a 2014.

Zvolená metodológia výskumu nám umožnila pri vývoji hodnotne ťažiť zo získaných výsledkov a skúseností všetkých predchádzajúcich iterácií.

V priebehu nášho výskumu sme používali také výskumné metódy, ktoré nám kvalifikovane umožnili získať odpovede na stanovené výskumné otázky a lepšie porozumieť skúmaným javom. Pri hľadaní odpovede na našu výskumnú otázku a jej doplňujúce podotázky sme zbierali dáta z viacerých zdrojov, a tak sa snažili zabezpečiť i kvalitu nášho výskumu. Vo výskume sme si zvolili nasledujúce metódy zberu a analýzy dát: pološtruktúrovaný skupinový rozhovor, štruktúrovaný rozhovor s otvorenými otázkami, zúčastnené neštruktúrované pozorovanie a metóda terénnych zápiskov a obsahová analýza produktov.

1.6 Kvalita výskumu a etická stránka výskumu

Pri zabezpečovaní kvality výskumu sme postupovali podľa autorov (Švaříček et al., 2007) tak, že sme sa snažili starostlivo sledovať tri nimi špecifikované kritériá: dôveryhodnosť, prenositeľnosť a spoľahlivosť.

Pri realizovaní nášho výskumu sme sa riadili etickými princípmi edukačného výskumu podľa Creswella (2008). So zámerom nášho výskumu sme oboznámili zúčastnených žiakov, učiteľov i vedenie školy. Žiaci sa na našom výskume podieľali dobrovoľne a od rodičov všetkých participujúcich žiakov sme získali súhlas s tvorbou fotografií a videozáznamov. V priebehu výskumu sme dodržiavali zásadu anonymity – identita participantov ostala známa iba zapojeným výskumníkom. Počas letného tvorivého týždňa, ktorý sme usporiadali spolu s kolegynami v roku 2013 na FMFI UK v Bratislave, sme tiež získali od rodičov všetkých zúčastnených žiakov súhlas s tvorením fotografií a videozáznamov. Pri vyvodzovaní výskumných záverov sme vychádzali priamo zo získaných dát, ktoré sme priebežne publikovali a dostávali tak odozvu na naše závery od kolegov a vedeckej komunity.

2 Analýza súčasného stavu poznania

V tejto kapitole zhrňame najdôležitejšie zistenia plynúce z podrobnej analýzy výskumných projektov, ktoré sa realizovali v ostatných rokoch. Výsledky analýzy viacerých publikácií ukazujú pozitívny rozvoj vedomostí a zručností pri využití edukačnej robotiky. Žiaci nadobudli nové vedomosti v priebehu vyučovania *programovania*, *geografie* a *robotiky* (Barker, Ansorge, 2007; Nugent et al., 2008, Nugent et al., 2009), pri učení sa základných princípov *evolúcie* (Whittier, Robinson, 2007) a pri vyučovaní *systémov* (Sullivan, 2008). Medzi nadobudnuté zručnosti patrili spôsobilosti potrebné na prírodovedné skúmanie (Sullivan, 2008), zručnosti sociálnej interakcie (Mitnik Nussabaum, Soto, 2008) a zručnosti na riešenie problémov (Nugent et al., 2009).

Na základe výsledkov svojej analýzy Benitti (2012) odporúča takéto smery budúceho výskumu v skúmanej oblasti:

- Výskum zameraný na využitie edukačnej robotiky so žiakmi vo veku 11 až 12 rokov, pretože žiadna z prác, ktorú analyzoval sa tejto vekovej kategórii nevenovala.
- Výskum, v ktorom sa používajú finančne menej náročné robotické stavebnice (pretože väčšina štúdií využívala robotickú stavebnicu LEGO Mindsotrms NXT).
- Výskum v oblasti využitia edukačnej robotiky na rozvoj zručností (spôsobilostí myslenia, zručností na riešenie problémov a zručností tímovej spolupráce), pretože v tejto oblasti boli výsledky ním recenzovaných výskumov nepresné.

Benitti spomínané budúce zamerania výskumu považuje nielen za zaujímavé, ale aj užitočné. Benitti takto vlastne podporil aj zameranie nášho vlastného výskumu, vzhľadom na našu

zvolenú vekovú kategóriu žiakov vo veku 10 až 12 rokov. Okrem toho sme v našom výskume využívali tiež finančne menej náročnú robotickú stavebnicu ako LEGO Mindstorms NXT, a to LEGO WeDo.

Výsledky viacerých výskumov realizovaných vo vyučovaní konkrétnych predmetov potvrdzujú význam učiteľa či trénera pri vyučovaní s robotickými stavebnicami. Rola učiteľa je rozhodujúca pre zvládnutie problémov so zvolenou technológiou. Učiteľ musí byť schopný žiakov podporovať a hlbšie im vysvetliť fungovanie zvolenej robotickej stavebnice (Hussain, Lindh, Shukur, 2006). Učiteľ môže predstavovať i určitého animátora žiackych skupín, ktorý ich povzbudzuje ku kolaborácií (Denis, Hubert, 2001). Hlavnou sociálnou bariérou je učiteľovo rozhodnutie, rozhodnutie o zmene použitého prístupu a nedostatok predchádzajúcich vedomostí (Burbaite, Stuijks, Marcinkevicius, 2012). Vyučovanie s edukačnou robotikou ponúka široké príležitosti pre kolaboráciu. Žiaci pri vytváraní robotického modelu musia zostaviť aj program na jeho ovládanie a to im umožňuje rozvíjať si svoje strategické a dynamické schopnosti a schopnosti na riešenie problémov (Denis, Hubert, 2001). Autori vo svojom výskume (Castledine, Chalmers, 2011) demonštrujú LEGO robotiku ako efektívny nástroj na riešenie problémov a tiež tvrdia, že treba systematicky preskúmať stratégie na riešenie problémov za účelom toho, aby si žiaci mohli spojiť svoje schopnosti na riešenie problémov s autentickými situáciami, a to s využitím LEGO robotiky. Predbežné výsledky výskumu (Hussain, Lindh, Shukur, 2006) ukazujú lepšie výkony v matematike u žiakov piateho ročníka ZŠ participujúcich vo výskume. Výsledky tohto výskumu tiež naznačujú, že žiaci s dobrými výsledkami v matematike sa viac zapájajú a zdajú sa byť úspešnejší pri práci s LEGO stavebnicami. Výsledky spomenutého výskumu taktiež ukázali, že žiaci pri práci s týmito stavebnicami majú rôzne štýly učenia sa. Mikropoulos a Bellou (2013) tvrdia, že holistické využitie edukačnej robotiky sa im osvedčilo a žiaci môžu nadobudnúť nevyhnutné technické zručnosti v priebehu práce na svojich projektoch. Výsledky výskumu (Sullivan, 2011) naznačujú, že hra je dôležitou príležitosťou na nadobúdanie poznatkov v prípade, že našim cieľom je rozvoj tvorivosti. Učenie sa prostredníctvom tímovej zábavnej aktivity s využitím robotických modelov a duchom tímovej súťaže ponúka príjemnú, tvorivú a efektívnu metódu nadobúdania poznatkov v úvodných programátorských lekciách (Atmatzidou, Markelis, Demetriadis, 2008). Okrem všetkých medzipredmetových inovatívnych aktivít, ktoré žiaci môžu zažiť pri programovaní robotických modelov, autori výskumu (De Michele, Demo, Siega, 2008) získali aj iné dôležité výsledky týkajúce sa digitálnej gramotnosti. Žiaci sa naučili ako používať formálny jazyk, čo je integrované vývojové prostredie a ako takýto vybraný nástroj využívať.

3 Základné princípy návrhu vzdelávacieho programu pre edukačnú robotiku

Pri tvorbe aktivít v rámci vyvíjaného vzdelávacieho programu sme sa pridržovali **princípov návrhu učebných činností** podľa (Pasch et al., 2005), medzi ktoré patria: princíp sústredenia sa na kľúčové pojmy, princíp predchádzajúcich znalostí, princíp kognitívnej náročnosti, princíp aktívneho spracovania a princíp rozmanitosti. Pasch a kolektív v (2005) sa domnievajú, že tieto princípy môžu slúžiť ako orientačné vodítko nielen pri plánovaní nových častí vzdelávacieho programu, ale aj pri revízií daného učiva.

Do nami vyvíjaného vzdelávacieho programu sme sa systematicky snažili zakomponovať aj **konštrukcionistické prvky výučby** (Papert, 1999; Rusk et al., 2008; Kabátová, 2010), medzi ktoré patria: učenie sa robením (angl. *learning by doing*), aktivity s aktívnym zapojením (angl. *hands-on activities*), voľba vlastných produktov, voľba vlastných problémov a tvorba

vlastných riešení (angl. *genuine achievement and own solutions, problem finding*), náročná zábava (angl. *hard fun*) a zábavné učenie sa (angl. *playful learning*), digitálne technológie ako stavebný materiál, možnosť robiť chyby a poučiť sa z nich a tímová práca, komunikácia. Konštrukcionistické učenie sa tiež utvára príležitosťami pre rozmanité reprezentácie vedomostí a učiva a podporuje rozličné typy učebných štýlov (Kafai, Resnick, 1996). V rámci nami navrhnutých aktivít bolo úlohou vyučujúceho skôr podnietiť a povzbudiť žiakov v objavovaní rôznych príkazov a konštrukcií v programovacom prostredí, jeho úlohou bolo i nabádať ku konfrontácií údajného fungovania programu (žiackeho vysvetlenia správania programu) a skutočného správania konkrétneho robotického modelu pri jeho ovládaní týmto programom. V niektorých aktivitách sme využívali aj **inštruktívne prvky výučby**, pretože i moderný poznávací proces si vyžaduje oba prístupy, a to inštrukcie i konštruovanie poznatkov. Tieto prístupy sa vzájomne podporujú a sú pevne poprepájané v procese učenia sa (Kabátová, 2010). Inštrukcie mnohokrát užitočne predchádzajú konštruovaniu poznatkov a naopak (Feurzeig, 2010).

Navrhovanými aktivitami vo vzdelávacom programe sme sa navyše usilovali zaujať žiakov celej triedy. Rusk a kolektív sa v (2008) snažia o to, aby bola robotika rovnako atraktívna pre chlapcov i dievčatá, nie len pre žiakov so záľubou konštruovať autá, ale i pre žiakov so záujmom o umenie, hudbu a rozprávanie príbehov. Preto v aktivitách, v ktorých žiaci vytvárali vlastné robotické modely, sme sledovali **princípy „tvorivej informatiky pre každého“** (Rusk et al., 2008), medzi ktoré patria: zameranie sa na tému, kombinovanie umenia a konštrukcie, podnecovanie rozprávania príbehov a organizovanie výstav. Rusk a kolektív (2008) tiež tvrdia, že pri dodržaní týchto princípov sa nám podarí zaujať viacerých žiakov s rôznorodými záujmami.

4 Taxonómia vzdelávacích cieľov pre vzdelávací program edukačnej robotiky

Aby sme mohli kvalifikovane vytvárať, implementovať a overovať vzdelávací program pre edukačnú robotiku ako súčasť informatiky, musíme špecifikovať, aké vzdelávacie ciele naším programom sledujeme. Preto je vhodné zvoliť si niektorú taxonómiu vzdelávacích cieľov a pomocou nej charakterizovať:

- čo sú kognitívne požiadavky kladené na žiakov v danej oblasti,
- čo budeme považovať za metodicky správny postup v zodpovedajúcom vzdelávacom programe,
- aké činnosti a úlohy pre žiakov máme pripraviť,
- ako posudzovať napĺňanie našich vzdelávacích cieľov, teda skutočne dosiahnuté poznanie žiakov.

V ostatných rokoch sa v literatúre objavujú aj teórie, že Bloomova taxonómia a ani jej Andersonova modifikácia (Anderson, Krathwohl, Bloom, 2001) nie sú celkom vhodné vo vzdelávacích odvetviach, v ktorých kladieme primárny dôraz na vytváranie určitého produktu. Z hľadiska konštrukcionistickej koncepcie modernej školskej informatiky (Kalaš et al., 2011) a edukačnej robotiky ako jej súčasťi môžeme povedať, že je tiež orientovaná na vytváranie produktov. Preto sme sa rozhodli použiť inú modifikáciu Bloomovej taxonómie, ktorú pre potreby definovania vzdelávacích cieľov a kritérií hodnotenia v oblasti vyučovania programovania pre začiatočníkov navrhli Fullerová a kol. (2007). Tento variant taxonómie vzdelávacích cieľov nám vytvára priestor na pomerne presnú interpretáciu konkrétnych vzdelávacích cieľov pre rôzne kognitívne úrovne vývinu žiaka pri výučbe nášho vzdelávacieho programu. So zreteľom na špecifiká edukačnej robotiky sme označili

horizontálnu dimenziu tabuľky ako *kvalifikované porozumenie (comprehension)* a jej vertikálnu dimenziu ako *kvalifikovanú tvorbu*. Najnižšiu úroveň kvalifikovanej tvorby sme pomenovali *uvažovať (teoretizovať bez tvorby)*.

Na základe analýzy dát z nášho predchádzajúceho výskumu (Kalaš, Mayerová, Veselovská, 2014) sme vytvorili Tabuľku 1, ktorá určuje vzdelávacie ciele edukačnej robotiky pre náš vzdelávací program z hľadiska konštruovania a programovania robotického modelu. Ako sme vysvetlili vyššie, zvolili sme si Fullerovej modifikáciu tradičnej taxonómie, teda naša tabuľka obsahuje dva rozmery. Prvý z nich predstavuje *kvalifikované porozumenie* (so štyrmi úrovňami) a druhý *kvalifikovanú tvorbu* (s tromi úrovňami). **Kvalifikovaným porozumením** chápeme schopnosť porozumieť a interpretovať existujúci program či konštrukciu robotického modelu. Pod označením **kvalifikovaná tvorba** rozumieme schopnosť navrhnuť a vytvoriť vlastné programy a skonštruovať vlastné robotické modely.

Vzostupný prechod jednotlivými **úrovňami tvorby v tabuľke** znázorňuje proces alebo postupnosť štádií, v ktorých sa žiak môže nachádzať. Najnižší riadok (*uvažovať*) reprezentuje poznanie žiaka na teoretickej úrovni, bez praktického aplikovania či vlastnej tvorby. Nasledujúci riadok (*aplikovať*) predstavuje aplikovanie týchto vedomostí. Tu môže nastať prelínanie s tretím, a teda najvyšším riadkom (*tvoriť*). Tento riadok reprezentuje schopnosť žiaka vytvárať nové robotické modely alebo programy na základe jeho doterajších schopností, skúseností a vedomostí v kombinácii s novými poznatkami nadobudnutými v odbore edukačnej robotiky. Pokiaľ sa vedomosti žiaka vyskytujú na najvyššej úrovni, predpokladáme, že už má schopnosti uvedené na nižších riadkoch (v kontexte svojho poznania). Druhým prechodom cez tabuľku je **prechod zľava doprava**, ktorý zodpovedá štádiám porozumenia žiaka. Najnižší stupeň (prvý stĺpec) predstavuje pamätanie si rozličných informácií, t.j. *pamätať si*. Nasledujúci stupeň je *rozumieť*, kedy žiak už rozumie a dokáže ozrejmiť či vlastnými slovami popísať vytvorené poznatky. Pokračuje úroveň *analyzovať*, keď žiak dokáže používať svoje doterajšie vedomosti, poznatky a zručnosti v nových, problémových či neznámych situáciách. Najvyšší stupeň (úplne vpravo) je *hodnotiť*, kedy žiak popri doteraz spomenutých stupňoch už dokáže použiť, vyjadriť a vysloviť svoj vlastný názor utvorený na danú problematiku (napr. na robotický model či program). Pokiaľ sa vedomosti žiaka nachádzajú v stĺpci pomenovanom *hodnotiť*, predpokladáme, že už získal schopnosti označené ako *pamätať si*, *rozumieť* a *analyzovať*.

Výsledná Tabuľka 1 tak vyjadruje istú čiastočne usporiadanú množinu štádií, v ktorých sa žiaci môžu nachádzať v rámci rozvoja svojho poznania v edukačnej robotike. Na základe rozdelenia vzdelávacích cieľov v našom vzdelávacom programe sme najskôr vymedzili bunky tabuľky z pohľadu konštrukcie robotického modelu, a následne z pohľadu programovania robotického modelu. Takýmto spôsobom sme najprv vytvorili dve tabuľky, ktoré sme potom kvôli názornosti spojili do jedinej, pretože stavba i programovanie robotického modelu sú tesne prepojené časti edukačnej robotiky, k rovnakému záveru prišli napr. aj (Kabátová, Pekárová, 2010a). V tabuľke sme však tieto časti odlišili dvoma farbami – sivou farbou sme označili vzdelávacie ciele pre konštrukciu robotického modelu a bielou vzdelávacie ciele pre programovanie. Musíme však zdôrazniť, že naša tabuľka nestanovuje presnú postupnosť aktivít na vyučovanie edukačnej robotiky. **Túto tabuľku je nutné interpretovať rôznymi spôsobmi**, a to nie len so zreteľom na konkrétny vybraný ročník, ale napr. i s ohľadom na štádium kognitívneho vývinu žiakov a pod.

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

Kvalifikovaná tvorba	Žiak:				
	Tvorit'	spája dieliky do produktu (skúšaním)	spája dieliky do vlastnej alebo zadanej konštrukcie	nachádza a opravuje chybu v konštrukcii	navrhuje a podľa toho stavia optimálnu konštrukciu na základe kritického zhodnotenia zadania
		spája príkazy do programu (skúšaním)	zostavuje ciele príkazy do funkčného programu	nachádza a opravuje chybu v programe	vytvára optimálny program na základe kritického zhodnotenia zadania
	Aplikovať	skladá prvky do konštrukcií podľa návodu	doplňa danú konštrukciu o danú inú časť konštrukcie	posudzuje danú konštrukciu a navrhuje v nej zmeny	zhodnocuje (vlastnú alebo aj inú) konštrukciu na základe stanovených alebo vlastných kritérií
		spúšťa a zastavuje program na riadenie robota, zostavuje program podľa návodu	doplňa daný program, navrhuje program na základe zadania	navrhuje zmenu alebo opravu v programe, vyberá z daných programov ten, ktorý určuje dané správanie	zhodnocuje (vlastný alebo aj iný) program na základe stanovených alebo vlastných kritérií
	Uvažovať	rozlišuje základné dieliky	uvádza príklady spájania dielikov (príklady rôznych konštrukcií)	popisuje ako a prečo model funguje, aké má prvky	navrhuje vhodné kritéria pre konštrukciu tak, aby spĺňala požiadavky zadania
		rozlišuje prvky jazyka a rozlišuje prvky prostredia	uvádza príklady fungovania príkazov, popisuje rozdiel medzi dvoma danými príkazmi	robí rozbor daného programu, identifikuje časti programu, ktoré fungujú žiadaným spôsobom	špecifikuje kritéria, podľa ktorých by sa mohli hodnotiť programy
		Pamätať si	Rozumieť	Analyzovať	Zhodnotiť
	Kvalifikované porozumenie				

5 Metódy hodnotenia poznania žiakov pri práci s edukačnou robotikou

V našom vzdelávacom programe sme využívali rôzne formy a metódy hodnotenia, medzi ktoré patrilo: vrstovnicke hodnotenie, normatívne hodnotenie, rubriky na hodnotenie vlastného robotického modelu, rubriky na hodnotenie pracovného listu a hodnotenie záverečného projektu.

5.1 Vrstovnicke hodnotenie

Tento spôsob hodnotenia sme využili pri hodnotení úloh, v ktorých žiaci vytvárali svoj prvý produkt: tvorba definície robota, stavba a programovanie prvého vlastného robotického modelu a návrh robotického modelu v priebehu záverečného projektu. Vrstovnicke hodnotenie prebiehalo formou „tajného“ hlasovania, kde žiaci napísali na papier mená dvoch najzaujímavejších robotických modelov a odovzdali ho učiteľovi. Následne vyučujúci sčítal

hlasy a víťazná skupina žiakov dostala najlepšie hodnotenie. Žiakov sme inštruovali, aby uvádzali mená dvoch robotických modelov alebo dvoch skupín žiakov, pretože v prvých iteráciách výskumu sa objavovali prípady, kedy žiaci uvádzali iba vlastné modely. Takýmto spôsobom sme žiakov podnietili zhodnotiť aj modely svojich spolužiakov aj v prípade, ak za najzaujímavejší považovali svoj vlastný model.

5.2 Normatívne hodnotenie

Takýto typ hodnotenia sme využili pri hodnotení práce žiakov s pracovnými listami. Toto hodnotenie sa zakladá na vzájomnom porovnávaní žiackych výstupov (Pasch, 2005). Iba skupina žiakov s najväčším počtom správne vypracovaných úloh v pracovnom liste získala hodnotenie (známku alebo bodové ohodnotenie). Využili sme ho pri zisťovaní počtu úloh, ktoré žiaci zvládnu vyriešiť v rámci jednej vyučovacej hodiny. Normatívne hodnotenie sme aplikovali pri aktivitách, kedy žiaci stavali robotický model podľa návodu s inštrukciami, a potom ho programovali podľa úloh v pracovnom liste – teda v priebehu tretej, piatej a ôsmej hodiny.

5.3 Rubriky na hodnotenie vlastného robotického modelu

Rubriky sú tabuľky obsahujúce zoznam odstupňovaných kritérií, ktoré poskytujú základ pre konzistentné a objektívne hodnotenie. Rubriky v oblasti robotiky môžu zahŕňať mnoho aspektov tvorby robotického modelu, a tiež i proces, ktorý žiakov k tomuto modelu priviedol. Pri vytváraní rubriek je dôležité vedieť vybrať tie kritériá, ktoré sú pre nás účelné a praktické (Gura, 2011). Naše rubriky sme vytvárali na základe pozorovaných chýb, ktorých sa žiaci najčastejšie dopúšťali pri práci na robotickom modeli (viac v našich publikáciách (Veselovská, Mayerová, 2015a; Veselovská, Mayerová, 2015b)) a slúžili primárne k hodnoteniu žiackych robotických modelov, pozri Tabuľku 2. Pomocou týchto rubriek sme hodnotili poznanie žiakov z hľadiska stavby robotického modelu, jeho programovania a prezentovania programu na jeho ovládanie. Preto sa i tieto rubriky skladajú z troch hlavných častí: konštrukcia robotického modelu – konštrukcia, program na ovládanie robotického modelu – program, prezentovanie programu na ovládanie robotického modelu – prezentácia. Za každú časť mohli žiaci získať 0 až 4 body. Sčítaním bodov za každú časť žiaci získali celkové hodnotenie. K nemu sa ešte mohli pripočítať dva bonusové body, napr. za aktívnu spoluprácu v skupine, za výnimočnú konštrukciu modelu či programu na jeho ovládanie. Takýto spôsob hodnotenia sme využili v priebehu siedmej a desiatej vyučovacej hodiny, na ktorých žiaci stavali vlastné robotické modely. Pri využití tohto spôsobu hodnotenia je však nutné hodnotiť každú časť rubriek v porovnaní s jej zvyšnými časťami. Napr. ak hodnotíme popis programu (v rubrikách je to časť Prezentácia), sledujeme, či žiaci správne popisujú svoj program, tiež či dokážu pomocou tohto programu ovládať svoj model a či tento model dokáže reagovať na program.

Konkrétne požiadavky na zloženie vlastných robotických modelov a na obsah príkazov vo vlastných programoch vznikli na základe výsledkov nášho vlastného výskumu (Veselovská, Mayerová, 2014; Veselovská, Mayerová, 2015a; Veselovská, Mayerová, 2015b), kde sme pozorovali niekoľko charakteristických situácií:

- Často sme žiakom pripomínali, že ich robotický model musí obsahovať motor alebo aspoň jeden zo senzorov, aby ho mohli ovládať pomocou programovacieho prostredia.
- Žiaci často do svojho modelu nezakomponovali ani jeden senzor, avšak pri tvorbe programu chceli využívať príkazy na ich ovládanie.
- Žiaci do svojho modelu zakomponovali jeden senzor, avšak vo svojom programe často tento senzor nevyužili.

Po aplikovaní požiadaviek na zloženie stavby robotického modelu a obsah príkazov programu na jeho ovládanie sa uvedené situácie neopakovali.

Tabuľka 2 Rubriky hodnotenia vlastného robotického modelu

	4	3	2	1	0
Konštrukcia	Obsahuje všetky požadované súčiastky a je pevná (nerozpadá sa pri behu programu).	Obsahuje všetky požadované súčiastky, ale rozpadá sa pri behu programu.	Neobsahuje všetky požadované súčiastky, ale je pevná (nerozpadá sa pri behu programu).	Neobsahuje všetky požadované súčiastky a rozpadá sa pri behu programu.	Neobsahuje ani jednu požadovanú súčiastku.
Program	Obsahuje všetky požadované príkazy, ktoré sú spojené požadovaným spôsobom.	Neobsahuje všetky požadované príkazy, ale sú spojené požadovaným spôsobom.	Obsahuje všetky požadované príkazy, ktoré však nie sú spojené požadovaným spôsobom.	Neobsahuje všetky požadované príkazy, ani nie sú spojené požadovaným spôsobom.	Obsahuje veľmi málo alebo žiadne požadované príkazy.
Prezentácia	Obsahuje presný popis všetkých príkazov v programe.	Obsahuje presný popis niektorých príkazov v programe.	Obsahuje čiasť popis všetkých príkazov v programe.	Obsahuje čiasť popis niektorých príkazov v programe.	Neobsahuje popis ani jedného príkazu.

5.4 Rubriky na hodnotenie pracovného listu

V priebehu šiestej vyučovacej hodiny žiaci stavali časť robotického modelu podľa obrázka, potom ho dotvorili tak, aby obsahoval aj motor. Následne tento model programovali podľa úloh v pracovnom liste. Hodnotenie celej aktivity sme rozdelili do dvoch častí, kde sme osobitne hodnotili stavbu robotického modelu a riešenie úloh v pracovnom liste. Stavbu robotického modelu sme hodnotili podľa prvého riadku nami vytvorených rubriek nazvaného *Konštrukcia*, pozri Tabuľku 2. Tu sme hodnotili viacero aspektov, napr. či sa robotický model rozpadá pri spúšťaní programu, alebo či obsahuje všetky žiadané súčiastky. Táto časť tvorila 40% z celkového hodnotenia aktivity. V úlohách na ovládanie robotického modelu sme hodnotili programy, ktoré žiaci nechali na obrazovkách počítačov, a písomný popis programov v pracovných listoch. Túto časť mohol učiteľ hodnotiť podľa riadkov nami vytvorených rubriek nazvaných *Program* a *Prezentácia*, pričom toto hodnotenie tvorilo 60% z celkového hodnotenia aktivity.

5.5 Hodnotenie záverečného projektu

V priebehu posledných troch vyučovacích hodín nášho vzdelávacieho programu žiaci pracovali na rozsiahlejšom projekte v rámci zadanej témy, kde demonštrovali svoje doterajšie vedomosti z oblasti edukačnej robotiky. V tomto projekte sme sa rozhodli hodnotiť každú vyučovaciu hodinu osobitne (každú časť projektu zvlášť). Počas prvej vyučovacej hodiny práce na projekte sme využili vrstovnícke hodnotenie tak, ako sme charakterizovali vyššie. Počas druhej hodiny sme hodnotili prácu žiakov podľa nami vytvorených rubriek, a zároveň sme porovnávali výsledný robotický model a jeho program s návrhom z predošlej hodiny. Na

záverečnej hodine sme hodnotili prezentovanie celkovej práce žiakov na robotickom modeli, ktorú popisovali a sumarizovali pomocou prezentačného softvéru.

5.6 Odporúčania k hodnoteniu práce s edukačnou robotikou

V priebehu nášho výskumu sme pozorovali mnoho rôznych tried a tiež veľký počet rozličných typov žiakov, od veľmi entuziastických až po žiakov, ktorí sa len výnimočne dokázali pre nejakú aktivitu nadchnúť. Výsledky analýzy dát z nášho výskumu však v mnohých prípadoch potvrdili, že určitý typ hodnotenia použitého na danej vyučovacej hodine mal priaznivý vplyv na prácu a výkon žiakov. Ako sme už uviedli vyššie, hodnotenie robotických projektov môže byť menej efektívne, ak ho aplikujeme iba v jeho závere. Hodnotenie priebežnej práce je dôležitou dimenziou celkovej učebnej skúsenosti, ktorá by taktiež mala byť hodnotená priebežne (Gura, 2011). Pre náš vzdelávací program sme navrhli a overili niekoľko typov hodnotenia, pričom sme hodnotili prevažnú väčšinu jeho aktivít. Pri prvých aplikáciách vrstovničkeho hodnotenia žiaci písali na papier meno jedného pre nich najzaujímavejšieho robotického modelu, ktoré odovzdávali učiteľovi. Objavovali sa však prípady, kedy žiaci uvádzali svoje vlastné modely. V ďalších aplikáciách tohto hodnotenia sme už žiakov inštruovali, aby uviedli dva najlepšie robotické modely. Takto sme ich povzbudzovali k hodnoteniu modelov ostatných spolužiakov i tých, ktorí svoju prácu cenili najlepšie. V záverečnej iterácii výskumu sa už toto hodnotenie žiakov zhodovalo s naším hodnotením. Pri využití normatívneho hodnotenia sme najskôr precízne zvažovali, koľko a akých úloh je pre žiakov primerané pripraviť v rámci danej vyučovacej hodiny. Pokiaľ sa v triede objavil „technicky“ nadaný žiak alebo žiak, ktorý už určitú dobu pracoval s touto stavebnicou, tak sme ho nemohli použiť ako normu, pretože jeho vedomosti boli značne odlišné ako vedomosti ostatných žiakov v triede. Z našich doterajších skúseností vyplynulo, že v každej skupine zapojenej do výskumu sa objavil aspoň jeden takýto žiak. Pri hodnotení modelov podľa nami vytvorených rubriík je dôležité, aby ich učiteľ veľmi precízne a podrobne preštudoval a až potom ich použil pri reálnom hodnotení na konkrétnej vyučovacej hodine. Učiteľ by si mal tiež ujasniť, čo od žiakov v priebehu danej hodiny očakáva. Ak učiteľ od žiakov požaduje využitie určitých príkazov pri tvorbe vlastného programu tak, by od žiakov nemal vyžadovať použitie konkrétnych príkazov na konkrétnom mieste v programe, ani v spojení s určitými príkazmi. Pri hodnotení slovného popisu konkrétneho programu je prínosné nechať žiakov, nech vlastným tempom program popíšu, a nezasahovať hneď do ich popisu. Vo viacerých pozorovaných prípadoch sa žiaci „zasekli“ a program už ďalej nepopisovali. Na základe výsledkov analýzy dát sme dospeli k záveru, že hodnotenie slovného popisu daného programu (či už ide o vlastný program žiakov alebo daný v pracovnom liste) je veľmi dôležité. Pri analýze slovných popisov programov sme identifikovali rôzne miskoncepce žiakov o určitých postupnostiach príkazov i konkrétnych príkazoch. V priebehu hodnotenia záverečného projektu by učiteľ mal brať ohľad i na celkový vývoj práce s robotickou stavebnicou u jednotlivých skupín. To znamená, že je pre nás prínosnejšie hodnotiť nie len výsledný produkt žiakov, ale i žiacke napredovanie. Taktiež porovnávanie jednotlivých robotických modelov u rôznych skupín odporúčame realizovať obozretne a s ohľadom na ich predchádzajúce výkony.

6 Vzdelávací program edukačnej robotiky v nižšom sekundárnom vzdelávaní

V tejto časti charakterizujeme výsledný metodický materiál pre edukačnú robotiku, teda pedagogickú intervenciu, ktorá je výstupnou intervenciou nášho výskumu vývojom pre všeobecnovzdelávací predmet informatika na 2. stupni ZŠ. Tento materiál tvorí 11 aktivít urč-

ných pre žiakov piateho a šiesteho ročníka. Každá aktivita je určená na jednu vyučovaciu hodinu a v našej intervencii ju reprezentuje metodický materiál pre vyučujúceho. V niektorých prípadoch materiál dopĺňa aj pracovný list pre žiakov, prípadne návod na stavbu robotického modelu a ďalšie rozširujúce materiály.

Tabuľka 3 Výsledný vzdelávací program pre edukačnú robotiku

Hodina	Aktivita
1	Čo je robot? Oboznamovanie sa s pojmom robot prostredníctvom rozhovoru, spoločnej tvorby myšlienkového mapy a zostavovania jeho definície.
2	Vytvoríme si vysnívané autíčko Zoznamovanie sa s obsahom stavebnice a jej programovacím prostredím. Stavba robotického modelu podľa návodu a jeho jednoduché rozzhýbanie.
3	Aj Ľubka chalúpka na robotickej nôžke vie tancovať Stavba modelu podľa návodu a jeho programovanie podľa úloh v pracovnom liste (príkazy <i>čakaj</i> a <i>opakuj</i>).
4	Môj prvý vlastný pomocník Tvorba vlastného robotického modelu a programu na jeho ovládanie (príkaz <i>opakuj</i>).
5	Matúšove vznášadlo z budúcnosti Oboznámenie sa so senzorom pohybu. Stavba jednoduchého modelu podľa návodu a jeho programovanie pomocou úloh v pracovnom liste.
6	Martinina predstava strateného prepravného prostriedku Konštruovanie časti modelu podľa obrázka, dotvorenie modelu podľa vlastných predstáv a jeho ovládanie pomocou úloh v pracovnom liste.
7	Najlepší pomocník je na svete Stavba vlastného robotického modelu a jeho programovanie na základe daných požiadaviek.
8	Pohyb modernej korytnačky Oboznámenie sa so senzorom náklonu. Stavba jednoduchého modelu podľa návodu a jeho programovanie pomocou úloh v pracovnom liste.
9	Navrhujeme rozprávkovú krajinu Tvorba nákresu robotického modelu a písomný popis jeho budúceho správania.
10	Budujeme rozprávkovú krajinu Stavba a programovanie modelu podľa návrhu z predchádzajúcej hodiny a jeho predstavenie spolužiakom.
11	Rozprávková krajina aj pre ostatných Vytváranie prezentácie o tvorbe modelu a jej prednes.

Každý metodický materiál obsahuje identifikáciu tematického okruhu alebo okruhov aktivity podľa Štátneho vzdelávacieho programu (ďalej len ŠVP) predmetu informatika (ŠPU, 2014); ďalej odporúčaný ročník; všeobecné a špecifické vzdelávacie ciele; rozvíjané kompetencie na základe výkonového štandardu podľa ŠVP (ŠPU, 2014); požadované vedomosti a zručnosti žiakov na začiatku vyučovacej hodiny; štruktúru vyučovacej hodiny s predpokladaným časovým trvaním jednotlivých úloh; zoznam didaktických pomôcok pre učiteľa a žiaka; pedagogické postupy a priebeh celej vyučovacej hodiny, spoločne so zadaním úloh pre žiakov a odporúčaniami pre učiteľov; navrhované postupy hodnotenia práce žiakov (pozri kapitolu 4) a ďalšie prílohy, ako napr. návody na stavbu robotických modelov, pracovné listy a pod.

7 Výsledky výskumu

V našom výskume sme sa venovali edukačnej robotike vo vyučovaní informatiky na 2. stupni ZŠ. Hlavným cieľom nášho dizertačného výskumu bol návrh, implementácia a overenie vzdelávacieho programu edukačnej robotiky, čiže integrácia edukačnej robotiky do informatiky na 2. stupni ZŠ.

V našom výskume sme si položili nasledujúcu výskumnú otázku:

O1 Aké špecifické ciele, obsah a formu môže mať vzdelávací program pre edukačnú robotiku v predmete informatika pre žiakov vo veku 10 až 12 rokov?

Pri tejto otázke sme si položili aj nasledujúce doplňujúce podotázky:

- *Akú formu a obsah môže mať taxonómia vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku?*
- *Aké metódy hodnotenia môžeme využiť pri výučbe nášho vzdelávacieho programu?*

Odpoveď na túto výskumnú otázku sme sa rozhodli získať vývojom aktivít pre edukačnú robotiku produktívne implementovateľných do vyučovania informatiky v nižšom sekundárnom vzdelávaní. Snažili sme sa vyvíjať také aktivity, ktoré by boli primerané a atraktívne pre všetkých žiakov zvolenej vekovej kategórie. Nesústredili sme sa teda na vývoj aktivít napr. pre nadaných žiakov či pre voľnočasový krúžok. Pri tomto vývoji sme preto sledovali rôzne princípy, ktoré sme podrobnejšie popísali v práci v kapitole 3 *Základné princípy návrhu vzdelávacieho programu pre edukačnú robotiku*. V procese návrhu aktivít sme špecifikovali i vzdelávacie ciele pre oblasť edukačnej robotiky a prezentovali ich v práci v kapitole 4 *Taxonómia vzdelávacích cieľov pre vzdelávací program edukačnej robotiky*. Týmto spôsobom sme teda odpovedali na prvú doplňujúcu výskumnú podotázku. Proces tvorby tejto taxonómie nám pomohol sformulovať a upraviť rôznorodé typy úloh na objasnenie a hlbšie pochopenie jednotlivých konštrukčných a programátorských konceptov. Pri vývoji aktivít a metodických materiálov pre učiteľov sme využili kvalitatívne metódy zberu a analýzy dát a zvolili sme si stratégiu výskumu vývojom. Iteratívnym spôsobom sme teda vyvinuli vzdelávací program s robotickou stavebnicou LEGO WeDo, pričom jednotlivé etapy procesu tohto vývoja a ich zdôvodnenie sme podrobnejšie prezentovali v práci v kapitole 5 *Iteratívny vývoj vzdelávacieho programu*. Súčasťou tohto programu bol i návrh a vývoj metód a foriem hodnotenia k jednotlivým aktivitám, ktoré sme prezentovali v práci v kapitole 6 *Metódy hodnotenia poznania žiakov pri práci s edukačnou robotikou*, a tým sme odpovedali i na druhú doplňujúcu výskumnú podotázku. Pre náš vzdelávací program navrhujeme a odporúčame využiť nasledujúce metódy a formy hodnotenia: vrstovnicke hodnotenie, normatívne hodnotenie, rubriky na hodnotenie vlastného robotického modelu, rubriky na hodnotenie pracovného listu a hodnotenie záverečného projektu. Finálne znenie všetkých metodických materiálov pre učiteľov, spolu s metodickými listami i ukázkovo vypracovanými pracovnými listami pre učiteľov sme uviedli v Prílohe A, ďalej pracovné listy pre žiakov sme uviedli v Prílohe B a návody na stavbu robotických modelov v Prílohe C (všetky prílohy sa nachádzajú na CD). Stručný popis nášho vzdelávacieho programu spoločne s rozvíjanými kompetenciami žiakov a odporúčaniami pre učiteľov sme prezentovali v práci v kapitole 7 *Vzdelávací program edukačnej robotiky v nižšom sekundárnom vzdelávaní*. V práci v kapitole 8 *Integrácia vzdelávacieho programu do predmetu informatika* sme zas charakterizovali náš vzdelávací program z pohľadu jeho príspevku k napĺňaniu vzdelávacích cieľov predmetu informatika a požiadaviek Štátneho vzdelávacieho programu pre tento predmet pre 2. stupni ZŠ. Tu sme sa podrobnejšie zamerali aj na oblasť programovania v programovacom prostredí LEGO WeDo a prezentovali sme konkrétne programovacie konštrukcie a operácie, s ktorými sa žiaci oboznamovali v našom vzdelávacom programe.

Záver

V našom dizertačnom výskume sme sa venovali edukačnej robotike, ktorá poskytuje žiakom priestor na rozvoj mnohých dôležitých znalostí, schopností a zručností, a to v súlade so Štátnym vzdelávacím programom. Pri tvorbe robotického modelu a programu na jeho ovládanie si žiaci rozvíjajú napr. zručnosti na riešenie problémov, programátorské zručnosti, tvorivosť, zručnosti komunikácie a kolaborácie. Hlavným cieľom našej práce bolo vyvinúť a iteratívne overiť vzdelávací program pre edukačnú robotiku, čiže integrovať edukačnú robotiku do informatiky na 2. stupni ZŠ. Domnievame sa, že takto vyvinutý vzdelávací program môžu pedagógovia začleniť do svojej bežnej výučby a pomocou neho pútavým spôsobom pre žiakov pripraviť úvod do edukačného programovania. Nazdávame sa aj, že tento vzdelávací program v sebe zahŕňa i potenciál inšpirovať pedagógov k tvorbe vlastných aktivít na výučbu edukačnej robotiky na ZŠ. Dôkazom toho sú i aktivity vyučujúcej, s ktorou sme v priebehu výskumu úzko spolupracovali, pričom priamo nadväzujú na aktivity nášho vzdelávacieho programu. V procese vývoja jednotlivých aktivít sme vytvorili vlastnú špecifikáciu vzdelávacích cieľov pre edukačnú robotiku, ktorú považujeme za ďalší prínos našej práce v oblasti rozvoja odboru Teória vyučovania informatiky. Medzi iné prínosy patrí charakterizácia a popis niekoľkých metód hodnotenia (spoločne s konkrétnymi príkladmi a ukážkami), ktoré môžu pedagógovia využiť pri hodnotení vyvinutých aktivít, a tiež podrobný popis rôznych chýb, ktorých sa žiaci najčastejšie dopúšťali pri práci s robotickou stavebnicou.

Literatúra (zdroje použité v autoreferáte)

- ANDERSON, L.W. – KRATHWOHL, D.R. – BLOOM, B.S., 2001. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New Jersey: Pearson. ISBN 13: 978-0801319037.
- ATMATZIDOU, S. - MARKELIS, I. - DEMETRIADIS, S., 2008. The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. In: *Workshop proceedings of International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots*. Venice: SIMPAR 2008, 22-30. ISBN 978-88-95872-01-8.
- BARKER, B.S. – ANSORGE, J., 2007. Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. In: *Journal of Research on Technology in Education*, **39**(3), 229-243. ISSN 1539-1523.
- BENITTI, F.B.V., 2012. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. In: *Computers & Education*, **58**, 978–988. ISSN 0360-1315.
- BURBAITE, R. – STUIKYS, V. - MARCINKEVICIUS, R., 2012. The LEGO NXT Robot-based e-Learning Environment to Teach Computer Science Topics. In: *Electronics and Electrical Engineering*, **18**(9), 113-116. ISSN 2029-5731.
- CASTLEDINE, A.R. – CHALMERS, CH., 2011. LEGO Robotics: An authentic problem solving tool?. In: *Design and Technology Education: An International Journal*, **16**(3), 19-27. ISSN 1360-1431.
- CRESWELL, J., 2008. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. 3 vyd. New Jersey: Pearson Education. ISBN-13: 978-0-13-207208-0.
- DE MICHELE, M.S. – DEMO, G.B. – SIEGA, S., 2008. A piedmont schoolnet for a k-12 mini-robots programming project: Experiences in primary schools. In: *Proceedings of the TERECoP Workshop on Teaching with robotics*. Venice: SIMPAR 2008, 90-99. ISBN 978-88-95872-01-8.

- DENIS, B. – HUBERT, S., 2001. Collaborative learning in an educational robotics environment. In: *Computers in human behavior*, **17**(5), 465-480. DOI 10.1016/S0747-5632(01)00018-8.
- FULLER, U. et al., 2007. Developing a computer science-specific learning taxonomy. In: *ACM SIGCSE Bulletin*. **37** (4), 152-170. ISSN 0097-8418.
- FEURZEIG, W., 2010. Demystifying Constructionism. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*. Paris: The American University of Paris. ISBN 978-80-89186-66-2.
- GURA, M., 2011. *Getting Started with LEGO Robotics: A Guide for K-12 Educators*. United States of America: International Society for Technology in Education. ISBN 978-1-56484-298-5.
- HUSSAIN, S. – LINDH, J. – SHUKUR, G., 2006. The effect of LEGO Training on Pupils' School Performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude: Swedish Data. In: *Educational Technology & Society*, **9**(3), 182-194. ISSN 1436-4522.
- KABÁTOVÁ, M. – PEKÁROVÁ, J., 2010a. Learning how to teach robotics. In: *Constructionism 2010*. Paris: American University of Paris, 16-20. ISBN 978-80-89186-65-5.
- KABÁTOVÁ, M., 2010. *Konstruktivistický prístup vo vyučovaní robotiky v príprave budúcich učiteľov* [dizertačná práca]. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave.
- KAFAI, Y. – RESNICK, M., 1996. *Constructionism in practice*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. ISBN 0-8058-1985-1.
- KALAŠ, I., 2009. Pedagogický výskum v informatike a informatizácii (2. časť). In: *DidInfo 2009*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 15-24. ISBN 978-80-8083-720-4.
- KALAŠ, I. et al., 2011. Konštrukcionizmus. Od Piageta po školu v digitálnom veku. In: *Zborník konferencie Didinfo 2011*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 7. ISBN 978-80-557-0142-4.
- KHANLARI, A., 2013. EFFECTS OF ROBOTICS ON 21st CENTURY SKILLS. In: *European Scientific Journal*, **9**(27). ISSN 1857-7431.
- MIKROPOULOS, T.A. – BELLOU, I., 2013. Educational Robotics as Mindtools. In: *Themes in Science and Technology Education*, **6**(1), 5-14. ISSN 1792-8788.
- MITNIK, R. – NUSSABAUM, M. – SOTO, A., 2008. An autonomous educational mobile robot mediator. In: *Autonomous Robots*, **25**(4), 367-382. ISSN 0929-5593.
- NUGENT, G. et al., 2008. The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. In: *World conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications*. Vienna: Chesapeake, VA: AACE, 447–452. ISSN 1055-8896.
- NUGENT, G. et al., 2009. The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming. In: *FIE'09 Proceedings of the 39th IEEE international conference on Frontiers in education conference*, 1-6. ISBN 978-1-4244-4715-2.
- PAPERT, S., 1999. *The Eight Big Ideas of the Constructionist Learning Laboratory*. Unpublished internal document. South Portland, Maine, 1999. Cited in STAGER, G. Papertian Constructionism and the Design of Productive Contexts for Learning. Plenary Session Paper – EuroLogo X, Warsaw, Poland, 2005. [viewed 01.12.2015]. Available from: <http://www.stager.org/articles/eurologo2005.pdf>
- PASCH, M. et al., 2005. *Od vzdelávacieho programu k vyučovacím hodinám: jak pracovat s kurikulem*. 2. Vyd. Praha: Portál. ISBN 80-7367-054-2.
- RUSK, et al., 2008. New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. In: *Journal of Science Education and Technology*, **17**(1), 59-69. DOI 10.1007/s10956-007-9082-2.

- SULLIVAN, F.R., 2008. Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. In: *Journal of Research in Science Teaching*, **45**(3), 373-394. DOI 10.1002/tea.20238.
- SULLIVAN, F.R., 2011. Serious and Playful Inquiry: Epistemological Aspects of Collaborative Creativity. In: *International Forum of Educational Technology & Society*, **14** (1), 55-65. ISSN 1436-4522.
- ŠPU, 2014. *Inovovaný štátny vzdelávací program: Informatika. Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami. Príloha ISCED 2*. Bratislava: Štátny Pedagogický Ústav. [viewed 01.12.2015]. Available from: http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/informatika_nsv_2014.pdf
- ŠVARÍČEK, R. et al., 2007. *Kvalitatívny výzkum v pedagogických vedách*. Praha : Portál. ISBN 978-80-7367-313-0.
- WHITTIER, L.E. – ROBINSON, M., 2007. Teaching evolution to non-English proficient students by using lego robotics. In: *American Secondary Education*, **35**(3), 19-28. ISSN 00031003.

Vlastná publikačná činnosť

- GUJBEROVÁ, M. – MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2014. Edukačná robotika na 2. stupni ZŠ a zručnosti pre 21. Storočie. In: *DidInfo 2014*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 45-52. ISBN 978-80-557-0698-6.
- KALAŠ, I. – MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2014. Developing a learning taxonomy for educational robotics. In: *Journal of Technology & Information Education*. Liberec: Department of Technology and Information Education, Faculty of Education, Palacký University in Olomouc, **6** (1), 30-44. ISSN 1803-537X.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2012a. Robot kits and key competences in primary school. In: *Information and Communication Technology in Education*. Ostrava: University of Ostrava, Pedagogical Faculty, 175-183. ISBN 978-80-7464-135-0.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2012b. The programming environment for the LEGO WeDo robotic construction set. In: *Information and Communication Technology in Education*. Ostrava: University of Ostrava, 149-157. ISBN 978-80-7464-561-7.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2012c. Proces tvorby poznatku na konštrukcionistických hodinách pri práci s LEGO WeDo na 1. stupni ZŠ. In: *Študentská vedecká konferencia FMFI UK 2012*. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, 348-354. ISBN 978-80-8147-001-0.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2013. Educational robotics in primary school: unusual methods of evaluation. In: *JTIE*. Liberec: Department of Technology and Information Education, Faculty of Education, Palacký University in Olomouc, 50-57. ISSN 1803-6805.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2014a. How we did introductory lessons about robot. In: *The 13th International Conference on Intelligent Autonomous Systems: Proceedings of Workshops and Tutorials*. Padova: University of Padova, 127-134. ISBN 978-88-95872-06-3.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2014b. The programming environment for the LEGO WeDo robotic construction set. In: *Information and Communication Technology in Education*. Ostrava: University of Ostrava, 149-157. ISBN 978-80-7464-561-7.
- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2016a. Aktivity s LEGO WeDo pre 1. stupeň ZŠ. In: *DidInfo 2016*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 56-60. ISBN 978-80-557-1082-2.

- MAYEROVÁ, K. – VESELOVSKÁ, M., 2016b. Začínáme s kvalitativným výskumom na informatike. In: *DidInfo 2016*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 52-55. ISBN 978-80-557-1082-2.
- VESELOVSKÁ, M., 2012. *Spolupráca detí v tímoch na robotických súťažiach* [diplomová práca]. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave.
- VESELOVSKÁ, M. – Mayerová, K., 2013a. Čo si žiaci predstavujú pod pojmom „robot“? In: *DidInfo 2013*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied v Banskej Bystrici, 263-271. ISBN 978-80-557-0527-9.
- VESELOVSKÁ, M. – Mayerová, K., 2013b. Robotic kits in secondary school. In: *JTIE*. Liberec: Department of Technology and Information Education, Faculty of Education, Palacký University in Olomouc, 96-101. ISSN 1803-6805.
- VESELOVSKÁ, M. – Mayerová, K., 2014. Pilot study: Educational robotics at lower secondary school. In: *Constructionism and Creativity 2014*. Vienna: Austrian computer society, 418-424. ISBN 978-3-85403-301-1.
- VESELOVSKÁ, M. – Mayerová, K., 2015a. Assessing robotics learning at lower secondary school. In: *Information and Communication Technology in Education 2015*. Ostrava: Pedagogical Faculty, University of Ostrava, 240-247. ISBN 978-80-7464-763-5.
- VESELOVSKÁ, M. – Mayerová, K., 2015b. Programming with motion sensor using LEGO WeDo at Lower secondary school. In: *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*. Ostrava: Pedagogical Faculty, University of Ostrava, 4 (3), 40-52. ISSN 1805-3726.
- VESELOVSKÁ, M. – Mayerová, K., 2015c. Aktivity s LEGO WeDo na 2. stupni ZŠ. In: *DidInfo 2015*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 175-180. ISBN 978-80-557-0852-2.

Ohlasy na článok Pilot study: Educational robotics at lower secondary school:

LAMMER, L. – WEISS, A. – VINCZE, M., 2015. The 5-Step Plan. In: *Human-Computer Interaction-INTERACT 2015*. Springer International Publishing, 557-564. DOI: 10.1007/978-3-319-22668-2_43.

Summary

In our dissertation thesis we focused on integration of educational robotics into formal and compulsory lower secondary education. Its main goals were to iteratively design, develop and verify curriculum for educational robotics and thus integrate it into compulsory school subject Informatics. We iteratively developed our curriculum using the design based research strategy, where we used qualitative methods of data collection and data analysis. We developed 11 activities together with complex methodical materials, which teachers can productively integrate into their daily teaching and thus prepare attractive introduction for educational programming for pupils using them. In this thesis we also identified different principles and methods, which we adhered during development and validation of our curriculum. We are also presenting our own learning taxonomy for educational robotics and describing different methods of evaluation of pupils work in activities from our curriculum. We recon that curriculum developed in this way can serve mainly for fulfilling modern educational goals of Informatics. With our new intervention pupils can develop important skills, knowledge and abilities, which they will use not only in school, but in their personal lives as well.