



Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského v Bratislave

PaedDr. Martina Kabátová

Autoreferát dizertačnej práce

Konštrukcionistický prístup vo vyučovaní robotiky v príprave
budúcich učiteľov

na získanie akademického titulu philosophiae doctor
v odbore doktorandského štúdia:
9.2.3 Teória vyučovania informatiky

Bratislava 2010

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. Martina Kabátová
Katedra základov a vyučovania informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Školiteľ: doc. PhDr. Ján Rybár, PhD.
Katedra aplikovanej informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Oponenti:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

**Obhajoba dizertačnej práce sa koná oh
pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského štúdia vymenovanou
predsedom odborovej komisie dňa
vo vednom odbore 9.2.3 Teória vyučovania informatiky
na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 48
Bratislava, v miestnosti č. I-32 (pavilón informatiky)**

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

Integrácia digitálnych technológií do vyučovania zahŕňa viac ako len použitie počítača alebo algoritmicizáciu. Technológie sa stávajú všadeprítomnými a ich efektívne ovládanie je nutnosťou vo všetkých oblastiach každodenného života. Atraktívnym spôsobom, ako rozvíjať digitálnu gramotnosť dnešných detí, je i robotika, ktorá sa stáva bežnou súčasťou školských osnov. Kvalifikovaný učiteľ by preto mal ovládať základy práce s robotickými stavebnicami a programovateľnými hračkami. Ako začleniť robotiku do vyučovania? Ako podporiť zmysluplnú prácu v tímoch? Ako viesť žiakov k programovaniu robotov, ovládaniu zariadení, ku konštruovaniu či dizajnu? Tieto otázky sa vynárajú aj v súvislosti s kvalitnou modernou prípravou budúcich učiteľov. V rámci vysokoškolského vzdelávania budúcich učiteľov sme pripravili koncepciu seminárov so zameraním na programovateľné robotické stavebnice. V tejto práci popíšeme vývoj obsahu a formy seminárov v priebehu siedmich semestrov. Obsah aj forma sa menili na základe vyhodnocovania rôznych foriem spätnej väzby od študentov – účastníkov seminára, ale aj na základe vlastných pozorovaní, zápiskov, dokumentácie a ich následnej analýzy.

Cieľom našej práce teda bolo iteratívne navrhovať, vyvíjať, testovať a zdokonaľovať koncepciu robotického seminára pre budúcich učiteľov a túto koncepciu ďalej pretvoriť do konkrétneho návrhu sylabu seminára. Seminár sme navrhovali v tímovej spolupráci s doktorandkou Jankou Pekárovou. Obe sme seminár viedli a podieľali sme sa na zaznamenávaní jeho priebehu. O našej práci sme spoločne publikovali články na vedeckých konferenciách. Spracovanie údajov a pozorovaní v rozsahu tejto práce a návrh konečnej koncepcie seminára v podobe, v akej ho podávame v záverečnej kapitole, je však výsledok autorkinej práce.

V našej koncepcii seminára sme vychádzali najmä z teórie konštruktivismu a konštrukcionizmu. Veríme, že pre túto tému je to ideálny prístup, avšak vždy je potrebné hľadať správnu mieru medzi inštruktívnou formou a konštruktivisticky vedením vyučováním. Umožnili sme študentom pracovať formou projektového vyučovania a podporili sme ich v tímovej spolupráci. Pozorovali sme, ako funguje učenie sa objavovaním, aj prejavy informálneho učenia sa.

1 Vymedzenie výskumu

1.1 Výskumný problém

Našou úlohou bolo **navrhnuť a realizovať** voliteľný seminár *Robotické stavebnice vo vyučovaní 1* a nadväzujúci voliteľný seminár *Robotické stavebnice vo vyučovaní 2*. Seminár je súčasťou spoločného základu pre študentov učiteľstva na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave. Vďaka kreditovému typu štúdia si ho však môžu zapísať aj študenti iných študijných odborov. Pri návrhu sme si predsavzali, že seminár by mal využívať v čo najväčšej miere **konštruktivistický a konštrukcionistický prístup** (ktoré popisujeme v kapitolách 2.3 a 2.4) a mal by ponechať študentom dostatok času a priestoru pre učenie sa objavovaním. **Cieľom seminára** je naučiť študentov pracovať s robotickou stavebnicou tak, aby boli schopní navrhnuť projektové zadanie pre žiakov (ktoré vedia aj sami vyriešiť) a aby mali chuť používať robotické stavebnice vo svojej učiteľskej praxi. Pre zabezpečenie kvality navrhnutého seminára sme sa rozhodli jednak preštudovať dostupné slovenské aj zahraničné zdroje, z ktorých sme potom vychádzali, ale aj vykonať v rámci výučby zber dát, ktorých analýza by nám následne poskytla spätnú väzbu potrebnú pre opakované vylepšovania koncepcie seminára.

1.2 Cieľ výskumu

Ako cieľ výskumu sme si stanovili **navrhnuť koncepciu seminára**, ktorá by využívala v čo najväčšej miere konštruktivistický a konštrukcionistický prístup a ponechávala by študentom dostatok času a priestoru pre učenie sa objavovaním a zároveň zodpovedala moderným trendom vo vyučovaní.

Zmysluplnosť tohto návrhu overíme realizáciou seminára. Zároveň zozbierame dáta o jeho priebehu, ktoré budeme analyzovať a vyhodnocovať. Následne zdokonalíme koncepciu pre ďalší semester seminára. Budeme iteratívne opakovať celý proces pri každom behu seminára.

1.3 Výskumné otázky

Položili sme si nasledujúce výskumné otázky:

- ❖ Ako má prebiehať seminár o robotických stavebniciach podľa zásad konštruktivizmu a konštrukcionizmu? Ktoré témy zaradiť, aké typy aktivít navrhnuť a ako ich realizovať?
- ❖ Ako viesť študentov v rámci seminára k premýšľaniu o didaktickom aspekte robotických stavebníc a k navrhovaniu zadaní pre žiakov?
- ❖ Ako takýto seminár viesť a ako nastaviť pomer medzi inštruktívnym učením a menej riadenou konštrukcionistickou výučbou?

1.4 Výskumná stratégia

Pri voľbe výskumnej stratégie sme sa inšpirovali najmä v súčasnosti aktuálnym prístupom, ktorý sa nazýva **výskum vývojom** (design-based research). Táto kvalitatívna stratégia sa využíva v edukačnom výskume v prípade, že výskumník zároveň sám vstupuje do vzdelávacieho procesu a prináša so sebou novú intervenciu („konštruktívny zásah do pedagogickej praxe, napr. novú metódu, študijný materiál, softvérový mikrosvet, príspevok do osnov, alebo iný produkt,“ Kalaš, 2009), ktorú sa snaží ďalej vyvíjať a v rámci výskumu zistiť, ako sa táto intervencia osvedčuje na vyučovaní. Zároveň by mal výskumník na záver sformulovať teóriu, ktorá vysvetľuje javy a procesy, ktoré pozoroval počas vyučovania v spojitosti s učením sa a pri aplikácii danej intervencie (Design-Based Research Collective, 2003).

Pre výskum vývojom sú kľúčové iterácie. Vyvíjaná intervencia tak môže byť testovaná znova a znova, a zistenia z predchádzajúceho cyklu vždy slúžia ako hodnotný zdroj informácií a odrazový mostík pre nové vylepšenia.

1.5 Metódy výskumu

Tento výskum sme sa rozhodli viesť **kvalitatívne** s použitím nasledujúcich výskumných metód:

- ❖ dotazníky (s uzavretými, otvorenými a hodnotiacimi otázkami) a ich analýza,
- ❖ pološtruktúrované interview a ich analýza,
- ❖ neštruktúrované zúčastnené pozorovania a terénne zápisky a ich analýza,
- ❖ riešenia, dokumentácia a programy študentov a ich analýza.

Zo zvolených metód vyplýva, že získané údaje pochádzajú z rôznych zdrojov. Trianguláciou metód a zdrojov dát sme sa snažili podporiť validitu našich zistení.

1.6 Etapy výskumu

Výskum prebiehal **iteratívne** a každý semester sme opakovali podobnú sekvenciu:

- ❖ Pred semestrom - navrhnutie a príprava štruktúry seminára pre 10-12 týždňov semestra. Vytvorenie zadaní a materiálov pre študentov pre každý týždeň.
- ❖ Pred semestrom - vytvorenie a zadanie vstupného dotazníka.
- ❖ Počas vyučovania v semestri - realizácia vyučovania, zber dát o priebehu seminára pomocou zvolených metód a ich čiastočná analýza.
- ❖ Po skončení semestra - vytvorenie a zadanie výstupného dotazníka alebo realizácia interview so študentmi.
- ❖ Po semestri - analýza údajov z dotazníkov a interview, diskusia o priebehu seminára, analýza našich zápisov, študentských riešení, modelov, fotodokumentácie, programov a pod.

- ❖ Po semestri - pretvorenie a úprava koncepcie seminára na základe zistení z predchádzajúceho bodu.

Takto sme postupovali po dobu siedmich semestrov, údaje sme priebežne analyzovali a niektoré čiastkové výsledky sme prezentovali na vedeckých podujatiach.

2 Teórie učenia sa a dizajn vyučovania

V tejto kapitole zhrnieme teoretický základ, z ktorého sme vychádzali pri návrhu a tvorbe koncepcie seminára, ale aj pri tvorbe konkrétnych zadaní a v neposlednom rade pri samotnom vyučovaní a jeho reflexii.

2.1 Teórie učenia sa

Teórie učenia sa odrážajú rôzne paradigmy, ktorými nahliadame na proces získavania nových poznatkov, schopností, zručností a rozvoj kľúčových kompetencií. Teória učenia sa by pritom mala **vysvetľovať** alebo **predvídať** javy, fakty, udalosti a pozorovania v rámci procesu učenia sa.

Pre didaktiku, pedagogiku a vyučovaciu prax poskytujú teórie učenia sa hodnotné informácie, pretože ak získame podrobný popis a vysvetlenie procesu učenia sa v danej oblasti, dokážeme na základe týchto poznatkov navrhnúť vyučovacie metódy, intervencie pre vyučovanie alebo prostredia pre učenie sa, ktoré budú lepšie reflektovať potreby študentov a žiakov.

2.2 Piaget a konštruktivizmus

V oblasti skúmania zameraného na kognitívny vývin predstavujú dva protipóly behaviorizmus a nativizmus. Oba prístupy sa snažia odpovedať na to, čo je v ľudskej mysli vrodené a čo je naopak získané – extrémny nativizmus vysvetľuje všetky vlastnosti a vývoj ľudskej mysle iba pomocou vrodenej predispozície, radikálny empirický behaviorizmus nepripúšťa žiadne vrodené mechanizmy a preceňuje vplyv vonkajších stimulov s prostredia. **Jean Piaget** spája a prekonáva extrémne pojatia dilemy vrodenej a získanej poznania, jeho konštruktivizmus je do istej miery syntézou behaviorizmu a nativizmu. Piagetova práca je komplexné dielo, ktoré sumarizuje a podáva odpovede na mnohé otázky týkajúce sa poznávania, vedomia, mentálnych aktivít a nadobúdania vedomostí a zručností. Veľkú časť svojho diela venoval skúmaniu poznávacích procesov od najrannejších fáz vývinu dieťaťa, najmä popisu experimentálne overiteľného výskumu.

Čo je učenie sa?

Učenie sa je podľa Piageta aktivita, ktorá hľadá rovnováhu medzi vyvíjajúcou sa štruktúrou mysle, ktorá je na začiatku vrodená, ale postupne sa rôznymi mechanizmami prispôsobuje prostrediu, a vonkajšími vplyvmi, ktorým sa človek snaží porozumieť a prispôbiť. Na vznik poznania musia byť podľa Piageta v mysli prítomné poznávacie nástroje. Sú to **asimilačné schémy** prítomné v mysli dieťaťa od narodenia (reflexy, napr. uchopovací, sací). Tieto nástroje sa ďalej modifikujú podľa potrieb prostredia. Tento proces sa nazýva **akomodácia**. Inteligencia sa teda vyvíja ako koordinácia, prehľbovanie a rozvíjanie činnostných schém, ich vzájomné prispôsobovanie a prispôsobovanie sa okoliu (Rybár, 1997).

Pre didaktiku a teóriu vyučovania je veľmi cenné Piagetovo **rozdelenie a popisanie štádií kognitívneho vývinu** dieťaťa:

- ❖ **senzomotorické štádium** (0-2 roky),
- ❖ **reprezentačné štádium** -
 - predoperačné štádium (2-7 rokov),
 - štádium konkrétnych operácií (7-11 rokov),

- štádium formálnych operácií (11 rokov a viac).

Pre školskú prax je dôležité, že tieto štádiá popisujú, čo je dieťa schopné pochopiť a spracovať v závislosti na svojom veku (aj keď samozrejme existujú individuálne rozdiely).

2.3 Papert a konštrukcionizmus

Papert vytvoril originálnu víziu vzdelávania, pomenoval ju **konštrukcionizmus**, pretože vychádzal z Piagetovho konštruktivismu. Zaoberal sa tým, ako by mala škola vyzeráť, keby bola skutočne založená na moderných teóriách učenia sa. Kládol si otázky, ako predefinovať vyučovanie a jeho ciele v závislosti na nových informačných technológiách, ktoré sa už vtedy objavovali. Zároveň sa zaujímal všeobecne o organizáciu školy a vyučovania. Papert bol propagátorom vtedy ešte vskutku vizionárskej myšlienky, že počítače a digitálne technológie patria do rúk deťom a môžu byť prínosné pre proces učenia sa.

Konštrukcionizmus vychádza z názoru, že ľudia sa najefektívnejšie učia, keď si svoje vedomosti sami aktívne vytvárajú – konštruujú. Ani podľa Paperta nie je možné, aby učiteľ dokázal odovzdať vedomosti žiakom. Konštrukcionizmus požaduje, aby sa rola učiteľa zmenila, aby sa stal pomocníkom žiakov na ceste k aktívnemu vytváraniu vlastných konceptov, sietí vedomostí, nadobúdaniu zručností. Učiteľ by mal žiakovi pripraviť podmienky a viesť ho k objavovaniu, pomáhať mu, aby prišiel na riešenia sám. Jedine takto nadobudnuté vedomosti a zručnosti sú hodnotné a využiteľné v živote.

2.4 Dizajn vyučovania a aplikácie teórií učenia sa do praxe

Máme teda k dispozícii niekoľko teórií, ktoré hovoria o tom, ako sa ľudia učia, ako funguje pamäť, logické myslenie, zdôvodňovanie. Pri tvorbe učebného plánu aj pri samotnom vyučovaní by sme mali tieto teórie zohľadniť.

Konštruktivismus v didaktike (alebo didaktický konštruktivismus) je pokusom o prekonanie transmisívneho vyučovania, ktoré predpokladá, že učiteľ dokáže predať žiakom svoje poznanie. Naopak, **konštruktivisti tvrdia, že nie je možné sprostredkovať druhej osobne zmysel a význam vedomostí**. Každý žiak si musí sám v mysli vytvoriť (skonštruovať) jednotlivé koncepty a ich zmysel a nájsť im miesto v štruktúre svojich ostatných poznatkov. Poznanie sa vytvára tak, že učiaci sa konfrontujú svoje doterajšie poznatky o danom jave, situácii alebo inom obsahu a pretvára podľa toho obsah svojej mysle.

Konštruktivistické vyučovanie kladie do popredia žiaka a jeho potreby, mali by sa rešpektovať jeho vývinové štádiá aj všetky individuálne odlišnosti (napríklad poruchy učenia sa, postihnutie a pod.). Mení sa **rola učiteľa**, ktorý sa stáva skôr trénerom a pomocníkom, nie je hlavným zdrojom informácií ani kritériom správnosti. Takéto vyučovanie sa snaží podporiť v čo najväčšej miere **učenie sa objavovaním**. Pri tejto výučbovej metóde sa od žiakov očakáva, že budú na princípy a metódy riešenia nejakého problému prichádzať sami.

Naopak **inštrukcionizmus** je prístup vo vyučovaní, ktorý kladie dôraz na inštrukcie – zadania a informácie, ktoré učiteľ poskytuje žiakom na vyučovaní. Inštrukcie môžu byť napr. zadania úloh, frontálne prednášky, pracovné listy, ale aj zadania aktivít a pod. Niektoré radikálne smery dokonca tvrdia, že úspech vyučovania závisí jedine od kvality poskytnutých inštrukcií, ktoré by mali žiaka viesť k nadobudnutiu poznatkov a zručností. **Inštruktívne vyučovanie** sa často spája s frontálnou výučbou, s predávaním poznatkov od učiteľa k žiakovi alebo so spôsobom výučby, kedy učiteľ postupuje podľa vopred pripraveného plánu bez toho, aby reflektoval individuálne potreby žiakov, či nechal im priestor na vlastné objavovanie.

Študenti môžu veľa získať aj na vyučovaní, ktoré obsahuje vedenie a inštrukcie zo strany vyučujúceho a z inštruktívnych zadaní. Na druhej strane však potrebujú objavovať, vytvárať niečo vlastné a neustále si overovať svoje zručnosti a porozumenie veciam. Konštrukcionizmus sa

zameriava na tvorbu a na zdieľanie nadobudnutého poznania a nie je zamietnutím inštruktívnej výučby. **Učenie sa vyžaduje oba prístupy** - inštrukcie aj konštrukciu poznatkov. Oba sa vzájomne podporujú a sú pevne prepojené v procese učenia sa. Inštrukcie často veľmi užitočne predchádzajú konštrukciám poznatkov a platí to aj obrátene (Feurzeig, 2010).

2.5 Problémové vyučovanie a učenie sa objavovaním

Učenie sa objavovaním vedie k žiakov k tomu, aby prišli sami na to, ako niečo funguje, aby objavili princíp. Domnievame sa, že učenie sa objavovaním vedie priamo ku konštrukcii daného poznatku v myšli žiaka a teda je vhodnou metódou na uvedenie konštruktivismu a konštrukcionizmu do vyučovacej praxe. Metóda objavovania má svoje výhody aj nevýhody. Je pomerne náročná na prípravu a schopnosti učiteľa.

Problémové vyučovanie má rozvíjať tvorivé myslenie, tvorivé schopnosti žiakov, ich poznávaciu motiváciu a samostatnosť. Učiteľ nesprostredkuje žiakom hotové poznatky, ale stavia pred nich úlohy, ktoré zahŕňajú neznáme vedomosti, vyžadujú nové spôsoby práce. Vyučujúci motivuje a usmerňuje hľadanie riešenia (Turek, 2008).

2.6 Neformálne a informálne učenie sa

Kvôli povahe robotických stavebníc sme zvolili v rámci nášho seminára voľnejší prístup. Domnievame sa, že študenti sa dokážu naučiť mnoho hodnotných poznatkov aj prostredníctvom hry. Využili sme teda niektoré princípy neformálneho a informálneho učenia sa.

Formálne vzdelávanie a učenie sa je organizované, plánované a v určitom období pre žiaka povinné, čo môže oslabovať motiváciu k učeniu sa. Tento dizajn vyučovania je však dôležitým stavebným kameňom vzdelávania a zameriava sa najmä na spoločný základ vzdelania, ktorý by mal ovládať každý člen spoločnosti. **Neformálne vzdelávanie a učenie sa** je organizované vzdelávanie, ktoré však nie je povinné (v zmysle povinnej školskej dochádzky). Dá sa považovať za rozšírenie alebo doplnenie formálneho vzdelania. **Informálne učenie sa** (informal learning) je motivované bezprostrednou potrebou zvládnuť nejakú úlohu a často sa realizuje ako prispôsobovanie sa daným podmienkam, heuristické riešenie neznámych problémov či kreatívne zvládanie nových situácií. **Náhodné učenia sa** (incidental learning, random learning) je špeciálny prípad informálneho učenia sa. Je charakteristické tým, že je neorganizované, nie je zámerné, nie je štruktúrované. Objavuje sa vo všetkých situáciách každodenného života (napr. vtedy ak skúmame, ako nastaviť program pre pranie jemnej bielizne, ako si cez internet kúpiť lístok do kina, ako nastaviť cez e-banking inkaso, ale aj mnohé jednoduchšie úlohy zahŕňajú učenie sa).

3 Robotika a robotické stavebnice v škole a mimo nej

V tejto kapitole ponúkame stručný prehľad robotických stavebníc, ktoré sú dostupné vo svete aj u nás. Zaoberáme sa ich využitím na vyučovaní aj mimo vyučovania. Spomenieme najznámejšie robotické súťaže.

3.1 Robotické stavebnice

Existuje množstvo robotických stavebníc, ktoré majú rôzne zameranie, cieľovú skupinu a sú postavené na odlišných princípoch. Všetky však majú spoločné to, že je možné **postaviť z nich pohyblivého robota, ktorého môžeme programovať pomocou počítača**. Predstavíme si niektoré z takýchto stavebníc.

LEGO Mindstorms NXT

Táto stavebnica vychádza zo staršej koncepcie LEGO RCX, ktorá bola navrhnutá špeciálne pre edukačné účely v rámci produktovej rady LEGO education. Stavebnice s RCX kockou sa predávali od roku 1998 do roku 2006, kedy bola táto technológia nahradená novým konceptom s názvom NXT. Od roku 2009 sa predáva nová vylepšená stavebnica NXT 2.0. Popri bežných LEGO dielikoch obsahuje NXT stavebnica aj niekoľko aktívnych prvkov: **programovateľnú NXT kocku**, **motory** a **senzory**. K robotickej stavebnici LEGO Mindstorms NXT je možné zakúpiť programovacie prostredie **LEGO MINDSTORMS Edu NXT**. Toto prostredie je ikonické a zamerané na detského používateľa. Autori vyzdvihujú intuitívnosť takéhoto programovania.

LEGO WeDo

Stavebnica LEGO WeDo je určená pre deti vo veku 7 až 11 rokov, čo u nás zahŕňa takmer celý prvý stupeň ZŠ. Stavebnica okrem obyčajných LEGO kociek obsahuje: „USB hub“ (rozhranie, ktorým sa model pripája k počítaču, nemá však displej), jeden motor, ktorý slúži na pohyb, dva senzory - senzor náklonu (rozpoznáva šesť rôznych polôh) a senzor pohybu (zaznamená, či sa pred ním nachádza nejaký objekt). Programovacie prostredie **LEGO Education WeDo** je ikonické. Obsahuje príkazy pre motor, cyklus, príkaz čakania, rôzne druhy vstupných parametrov (senzory, číselná hodnota, text, náhodný vstup), príkaz pre prehranie zvuku, zobrazenie hodnoty, zobrazenie pozadia atď. Program sa spúšťa kliknutím na ikonu spustenia programu alebo stlačením klávesu na klávesnici.

PicoCricket

PicoCricket je stavebnica založená na výskume a ideách výskumnej skupiny LifeLong Kindergarten pri MIT (viac napr. v Rusk et al., 2008, históriu a vývoj tejto myšlienky zachytáva Resnick et al., 1996). Zameriava sa najmä na dizajn a umelecké vyjadrenie, preto sa spolu s programovateľnou časťou a LEGO kockami dodávajú aj rôzne materiály ako farebné papiere, umelé oči, drôty a ďalší materiál pre tvorbu modelov a konštruovanie. Stavebnica je určená pre deti od 8 rokov. Programovací jazyk k tejto stavebnici vychádza z detského jazyka **Scratch**, ktorý tak isto vznikol na pôde MIT. Scratch je voľne dostupný a existuje aj v slovenskej jazykovej mutácii

Boe-Bot

Iný koncept predstavuje stavebnica Boe-Bot. Je určená skôr pre nadšencov alebo študentov v oblasti elektrotechniky. Výrobca uvádza, že stavebnica je vhodná pre deti od 14 rokov. Súčiastky tejto stavebnice sa podobajú skôr na stavebnicu Merkúr, obsahuje skrutky, drôty, káble, odpory, diódy a pod. Programovateľná doska nie je uzatvorená v obale, ale je priamo prístupná. Stavebnica Boe-Bot sa dodáva s textovým programovacím jazykom PBASIC 2.5, ktorý je založený na syntaxe BASIC-u.

Okrem spomínaných stavebníc existujú aj ďalšie, ale u nás sú zatiaľ prakticky neznáme.

3.2 Edukačná robotika

Keďže robotika si našla svoje miesto aj v osnovách informatiky, na mnohých školách sa stavebnice nachádzajú a aj robotické súťaže sa stali populárnou mimoškolskou aktivitou, považujeme za nevyhnutné, aby bol učiteľ informatiky oboznámený s programovateľnými hračkami a stavebnicami, ich potenciálom a princípmi edukačnej robotiky.

Miesto robotiky v Štátnom vzdelávacom programe

Štátny vzdelávací program škôl je dokument, ktorý definuje proces a obsah vzdelávania na jeho jednotlivých stupňoch a v rôznych predmetoch. Zahŕňa najmä zoznam kľúčových kompetencií, ktoré majú žiaci počas vzdelávania nadobudnúť, popisuje obsahový a výkonový štandard vzdelávania. Vyberáme z neho body, ktoré majú súvislosť s edukačnou robotikou vo vyučovaní.

Robotika ako predmet učenia sa

Edukačná robotika zahŕňa niekoľko kľúčových oblastí, v ktorých možno rozvíjať rôzne kompetencie žiakov a študentov. Robotické stavebnice majú mnohostranné využitie vo vyučovaní - poskytujú priestor pre medzipredmetové aktivity, ale aj pre rozvoj algoritmického myslenia. Často vedú učiteľov k použitiu netradičných vyučovacích metód, ktoré prispievajú k budovaniu kompetencií užitočných pre život – napríklad tímovej práce, riešenia problémov a tvorivosti. Edukačná robotika môže podporovať myslenie v súvislostiach, schopnosť plánovať, testovať svoje postupy a odstraňovať chyby vo svojom riešení.

Konštrukcia

Pri návrhu a realizácii fyzickej konštrukcie robota musia študenti premýšľať o mechanických princípoch ako sú prevody, páky, kladky alebo osi a pripojenie kolies. Riešia pohon robota, pevnosť konštrukcie, umiestnenie senzorov, káblov a programovateľnej kocky (napríklad tak, aby sa dala nabiť alebo vymeniť batéria), spájanie jednotlivých dielov stavebnice a pod.

Programovanie

Udalosťami riadené programovanie nesie so sebou viaceré špecifiká, ale v princípe obsahuje všetky obvyklé štruktúry, ktoré by sa mali študenti naučiť používať a ktorým by mali porozumieť. Tvorba programu pre robotický model zahŕňa všetky obvyklé schopnosti a zručnosti a rozvíja kompetencie ako každé iné programovanie (napr. algoritmické myslenie, písanie postupnosti krokov, používanie riadiacich štruktúr v programe a pod.). Navyše je tu prítomný moment názornosti, kedy je testovanie programu neoddeliteľne spojené so spustením reálneho robota. Pre ľudí s takým typom myslenia, ktorým práve táto názornosť vyhovuje, je potom jednoduchšie odhaliť v programe chybu.

Dizajn

Tvorba robotického modelu ako fyzicky prítomného artefaktu môže zahŕňať aj umelecký dizajn zariadenia. Táto stránka robotiky sa uplatní najmä v kurzoch a na vyučovaní, ktoré majú za cieľ zaujať rôznych adresátov (špecificky napríklad dievčatá alebo ľudí s umeleckými záujmami). Práca s rôznym remeselným, dekoračným a umeleckým materiálom a nástrojmi (ako papier, kartón, látky, drôty, farby, nožnice, spinky, perie, koráliky a pod.) rozvíja sadu zručností, ktoré nemajú priamu súvislosť so školskou informatikou, ale sú rovnako hodnotné. Pre nás je táto stránka dôležitá najmä z hľadiska motivácie a vytvárania pozitívneho postoja k predmetu edukačnej robotiky (v ktorom môže byť zahrnuté napríklad aj programovanie).

3.3 Robotické stavebnice mimo školy

Robotické stavebnice aj programovateľné hračky sa dajú vnímať aj ako čisto zábavné prvky. Existujú webstránky a kluby spájajúce ľudí, ktorí sa robotikou zaoberajú vo voľnom čase ako svojim koníčkom.

Pre študentov, žiakov ale aj dospelých sú veľmi príťažlivé **robotické súťaže**. Okrem jednoduchších súťažných aktivít v rámci vyučovania môžeme žiakov a študentov zapájať do rôznych robotických súťaží. Predstavíme niekoľko zaujímavých podujatí, ktoré sa konajú každoročne na Slovensku alebo v okolitých krajinách.

Súťaže sú príležitosťou pre rozvoj tímovej spolupráce, učenia sa v kontexte konkrétnej situácie a nabádajú k riešeniu neznámych problémov. Sú však aj vzrušujúcim zážitkom spojeným s možnosťou zmerať si svojich síl s inými súťažiacimi. Preto by mali byť učelia informatiky oboznámení aspoň so základnými faktami o jednotlivých súťažných disciplínach. Učiteľ informatiky je však aj vhodným kandidátom na trénera a pomocníka, ktorý by mal deti motivovať k účasti na podobných podujatiach, či priamo pripraviť svoj tím pre niektorú zo súťaží.

4 Vyučovanie robotiky a príprava učiteľov na vyučovanie robotiky

V tejto kapitole prezentujeme krátky prehľad vybraných kurzov robotiky zo sveta a na Slovensku. Popisujeme naše vlastné kurzy a semináre, ktoré sme pripravili za účelom vzdelávania učiteľov v oblasti robotických stavebníc pri rôznych príležitostiach.

4.1 Prehľad vybraných kurzov zo zahraničia a na Slovensku

Na Slovensku aj v zahraničí realizujú rôzne spoločnosti, lektori, edukátori a výskumníci množstvo kurzov o edukačnej robotike. Kurzov špeciálne zameraných na vzdelávanie učiteľov je však pomerne málo.

Školenia v rámci projektu Infovek

Niekoľkoďňové špecializované kurzy pre učiteľov, ktorí by chceli vyučovať s robotickými stavebnicami, poskytovali v rokoch 2002-2006 projekt **Infovek** v spolupráci s **Eduxe** – spoločnosťou, ktorá je výhradným dodávateľom stavebníc LEGO na Slovensku a zároveň certifikovaným vzdelávacím strediskom. Tieto kurzy sa týkali stavebnice LEGO RCX a softvéru RoboLab. Účastníci v priebehu školenia vytvorili vlastný model, programovali ho, zaznamenávali prostredníctvom jeho senzorov údaje a vytvárali prezentáciu projektu pomocou funkcií prostredia RoboLab. V rámci projektu Infovek sa dostala stavebnica s RCX kockou na asi 130 slovenských základných škôl.

Carnegie Mellon Robotics Academy

V zahraničí je zrejme najprepracovanejší kurz pre edukátorov dostupný na Carnegie Mellon Univeristy v Pittsburgu - **Robotics Academy**. Okrem prezenčných kurzov majú pripravené aj bohaté zdroje na webe. Kurz je možné absolvovať aj on-line formou (vyučovanie s lektorom sa deje v reálnom čase prostredníctvom videokonferencie). Ich adresátmi sú dokonca aj tréneri na robotické súťaže, vedúci záujmových krúžkov a rodičia, ktorí vzdelávajú svoje deti doma. Tieto kurzy používajú textový programovací jazyk RobotC alebo pôvodný jazyk LEGO MINDSTORMS Edu NXT (NXT-G).

TereCoP

Vyučovaniu učiteľov a príprave na vyučovanie robotiky sa venoval aj európsky medzinárodný projekt **TERECoP** (Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods), ktorý skončil v októbri 2009. Cieľom projektu bolo vyvinúť a pilotne otestovať kurz pre učiteľov a budúcich učiteľov, ktorý by ich pripravil na konštrukcionistické vzdelávanie pomocou robotických stavebníc. V projekte spolupracovali učitelia a vedeckí pracovníci z Grécka, Francúzska, Talianska, Rumunska a Českej republiky.

Tvorivá robotika pre každého (Life Long Kindergarten)

Výskumná skupina Life Long Kindergarten pri MIT, ktorá sa sústreďuje okolo Mitchela Resnicka významnou osobnosťou v oblasti edukačnej robotiky, vytvorila programovateľnú stavebnicu PicoCricket, aj detský jazyk Scratch. Autori publikujú množstvo zaujímavých článkov o konštrukcionisticky orientovanom vzdelávaní. Vo svojej koncepcii edukačnej robotiky, ktorú nazvali **tvorivá robotika pre každého**, sa sústreďujú na zapojenie dievčat aj detí, ktoré nemajú záujem o prírodovedné predmety či konštruovanie modelov alebo programovanie. Princípy tvorivej robotiky pre každého sumarizujú tieto štyri body (Rusk et al., 2008):

- ❖ orientujte sa na tému,
- ❖ kombinujte umenie a inžiniersky prístup,
- ❖ vytvorte priestor pre rozprávanie príbehov,
- ❖ organizujte výstavy.

Výskumníci a edukátori sa zhodujú vo viacerých bodoch pokiaľ ide o to, v akých podmienkach a akými metódami by malo prebiehať vyučovanie s robotickými stavebnicami. Naše skúsenosti zhrnieme v kapitolách 6 a 7.

4.2 Workshop EUROLOGO 2007

V roku 2007 sme pripravili workshop pre účastníkov medzinárodnej konferencie EUROLOGO 2007 v Bratislave, ktorú organizovala KZVI FMFI UK. Workshop trval dve hodiny, zúčastnilo sa ho jedenásť učiteľov-výskumníkov.

4.3 Vzdelávanie učiteľov z praxe

V rámci národného projektu Ďalšie vzdelávanie učiteľov v predmete informatika (DVUI) boli o študijného programu zaradené aj viaceré moduly zaoberajúce sa robotickými stavebnicami. Pre druhú cieľovú skupinu učiteľov bez informatickej aprobácie to boli dva moduly dohromady v rozsahu šiestnástich hodín. Pre tretiu cieľovú skupinu učiteľov s informatickou aprobáciou sa robotickým stavebniciam venovala iba časť jedného modulu v rozsahu dvoch hodín. Účastníkmi tohto vzdelávania boli učители z praxe, ktorí vyučujú na školách informatiku.

5 Obsah a realizácia seminára pre študentov FMFI UK

Voliteľný predmet Robotické stavebnice vo vyučovaní je rozdelený na dva kurzy. V letnom semestri prebieha kurz pre začiatočníkov *Robotické stavebnice vo vyučovaní 1*, ktorému sa v tejto práci budeme venovať. Kvôli chýbajúcej prerekvizite sme niekedy aj v zimnom semestri realizovali začiatočnícky seminár namiesto verzie pre pokročilých. Počas semestra prebehne obvykle dvanásť týždňov výučby a každý týždeň sa odohrá jedna lekcija seminára o dĺžke 90 minút. Počas seminára študenti pracujú v dvoj-trojčlenných skupinách. Pripravené zadania riešia samostatne. Úvodné hodiny sú zamerané na získanie základných zručností s ovládaním robota a na programovanie v prostredí LEGO MINDSTORMS Edu NXT. Súčasťou seminára je jeden, niekedy dva veľké projekty, ktoré trvajú niekoľko týždňov. Ich riešenie zahŕňa návrh vlastného robotického modelu, jeho konštrukciu, naprogramovanie a predvedenie spolužiakom. Okrem toho do obsahu seminára zaraďujeme aj aktivity zamerané na prácu s údajmi získanými pomocou senzorov (meranie, uchovávanie, vizualizácia údajov) a na komunikáciu medzi dvoma kockami. Snažíme sa inšpirovať študentov aj k navrhovaniu vlastných aktivít pre žiakov, k popisovaniu svojich modelov a k hodnoteniu modelov ostatných či účasti na robotických súťažiach.

5.1 Porovnanie študentov rôznych odborov FMFI UK

Keďže na fakulte funguje kreditový systém, seminár si v priebehu siedmich semestrov zapísalo viacero študentov z rôznych odborov FMFI UK, nielen študentov učiteľstva, pre ktorých je predmet primárne určený. Mali sme teda možnosť pozorovať, ako sa prejavujú rozdiely v ich prístupe k edukačnej robotike a k rôznym typom úloh. Odlišné predmety, ktoré už študenti absolvovali v priebehu svojho riadneho štúdia, tiež prispievajú svojou mierou k pozorovaným rozdielom.

5.2 Vývoj aktivít pre seminár - rôzne typy a metódy ich realizácie

V priebehu seminára robíme so študentmi rôzne typy aktivít, ktoré sme rozdelili do nasledujúcich kategórií.

Prezentácie a ukážky

Vzhľadom na to, že sa snažíme realizovať seminár podľa zásad konštrukcionizmu, **minimalizujeme frontálnu výučbu**. Napriek tomu, úvod do niektorých tém (napr. robotické súťaže) je rozumné urobiť pomocou stručnej prezentácie či videoukážok cez dataprojektor.

Úlohy na programovanie v režime NXT kocky

V našich kurzoch sme použili zadania rôzneho typu (úlohy využívajúce testovacie programy v menu NXT kocky „View“ (Zobraz) a „Try Me“ (Vyskúšaj ma) zamerané na testovanie senzorov, úlohy, kde je treba odhadnúť, čo bude robiť konkrétny program a potom sa o tom presvedčiť, úlohy zamerané na tvorbu vlastného programu podľa zadania). Zadania v režime NXT kocky sú uzatvorené. Programovanie je natoľko jednoduché a ovládanie dostatočne intuitívne, že nevyžaduje takmer žiadne vedenie zo strany vyučujúceho, a preto väčšinou nechávame študentov riešiť ich samostatne a objavovať možnosti NXT kocky.

Uzatvorené úlohy pre učenie sa základov programovania a ovládania robota

Uzavreté úlohy majú jasne a presne formulované zadanie a jednoznačný výstup. Sú postupne zamerané na pohyb robota, použitie bloku „Wait“ (Čakaj), cyklus, použite senzorov a rozhodovanie sa na základe údajov z nich, zobrazovanie na displeji, vlastné bloky príkazov, rozhodovací blok, premenné a paralelné procesy, rýchlosť robota a prevody sily z motora.

Úlohy projektového typu

Ďalší typ zadaní predstavujú úlohy, ktoré umožnia študentom robiť vlastný robotický model, ale nie na otvorenú tému. Výstup je pomerne presne definovaný a úloha neposkytuje príliš mnoho priestoru pre kreativitu. Tieto aktivity sú **konštruktivistické** - študenti ich riešia samostatne a objavujú pritom možnosti stavebnice aj programovania robotického modelu, ale zadanie nie je dostatočne otvorené na to, aby mohlo byť riešené v duchu konštrukcionizmu.

Voľné projekty

Poslednou a najdôležitejšou skupinou sú voľné projekty. Z pozorovaní aj z rozhovorov so študentmi vyplýva, že tieto aktivity majú v obľube, radi na nich pracujú, ale zároveň sa pri tom aj zdokonaľujú v programovaní a tvorbe robotických modelov. Voľné projekty sú vo svojej podstate **konštrukcionistické** - umožňujú študentom realizovať ich vlastné nápady, pritom sa učia objavovaním a kolaboratívne medzi sebou. Dôležité je, že sa podieľajú aj na špecifikácii zadania.

V tejto časti podrobne popisujeme otvorený projekt Strašidelnú hrad, ktorý sme realizovali poľa princípov edukačnej robotiky pre každého. Použili sme pri tom stavebnice LEGO WeDo.

5.3 Konštrukcionistický dizajn seminára

Konštrukcionistické myšlienky a princípy (Papert, 1999; Rusk et al., 2008; Mindel, 2000), ktoré uplatňujeme v našom robotickom vyučovaní, sú:

- ❖ učenie sa robením („learning by doing“), aktivity so skutočnými objektami („hands-on activity“) prostredníctvom vlastných zážitkov - stavanie robotického modelu, testovanie jeho funkčnosti a programu;
- ❖ vlastný autentický úspech zo svojich riešení a hľadania problémov - rozhodovanie o tom, čo bude model robiť a ako to dosiahnuť, voľba témy, skúmanie programovacieho jazyka;
- ❖ učenie sa odvíja od záujmov učiaceho sa - voľné projekty, v ktorých môžu študenti uplatniť svoje záľuby, o ktoré majú študenti naozaj osobný záujem a záleží im na dokončení práce;
- ❖ náročná zábava („hard fun“) a zábavné učenie sa („playful learning“) - robotické stavebnice sú vo svojej podstate hračky, ale vyriešiť pomocou nich niektoré úlohy môže byť veľmi zložitá, atmosféra na našich kurzoch je uvoľnená a snažíme sa, aby sa študenti učili zábavnou formou;
- ❖ tvorivé učenie sa dizajnovaním a vynaliezáním je zahrnuté v tvorbe robotického modelu;

- ❖ kombinovanie digitálnych technológií ako stavebného materiálu s umeleckými materiálmi - študenti môžu zdobiť svojich robotov, vyrobiť pre robota kostým alebo vyrábať rôzne kulisy;
- ❖ dostatok času - máme flexibilný syllabus a preto si môžeme dovoliť voľný režim a venovať sa aj aktivitám, ktoré trvajú „príliš dlho“;
- ❖ možnosť robiť chyby a poučiť sa z nich - študentom ponechávame priestor na ich vlastné riešenia, pri ktorých často robia chyby, my sa snažíme prostredníctvom dialógu s nimi prísť na to, v čom je problém a pomáhame s riešením, snažíme sa však zabrániť zbytočným chybám, ktoré s robotikou nesúvisia;
- ❖ tímová práca, kolaborácia, rozdelenie si rolí v tíme a spolupráca na riešení - študenti sa učia, ako si zorganizovať prácu v tíme, ako rozdeliť úlohy, niektoré zadania nie je možné vyriešiť bez pomoci ostatných (napríklad pripraviť robota pre súťaž);
- ❖ učitelia sa učia tiež - nie je možné, aby sme boli pripravení na všetky problémy, ktoré môžu nastať, tiež často riešime neznáme úlohy a učíme sa nové veci spolu so študentmi.

Učme sa objavovaním

Na seminári často dochádza k učeniu sa objavovaním. Miera riadenia učenia sa pri objavovaní v tomto prípade zrejme závisí od zložitosti a intuitívnosti prostredia a materiálu, s ktorým pracujeme. Rovnako je dôležité zvážiť, koľko máme času a aké sú ciele kurzu. Napr. v prípade krátkeho kurzu DVUi sme kvôli nedostatku času učenie sa objavovaním obmedzili a postupovali sme viac inštruktívne.

Učme sa hrou

Robotické stavebnice sú vo svojej podstate hračky a už svojou prítomnosťou vytvárajú na vyučovaní uvoľnenú atmosféru. V rozhovoroch študenti zdôraznili, že oceňujú prostredie, v ktorom sa nemusia stresovať a môžu tvorivo pracovať. Takýto dizajn vyučovania považujeme za produktívny pre učenie sa najmä z toho dôvodu, že študenti sú motivovaní a aktivity ich zaujímajú, radi riešia úlohy a odvážne sa púšťajú aj do zložitých problémov. Pri hravom učení treba veľmi pozorne sledovať ciele vyučovania a zaraďovať aktivity, ktoré povedú k ich naplneniu.

Projektové vyučovanie

Niektorými aktivitami na seminári sa blížime projektovému vyučovaniu (ako je popísané napríklad vo Vaníček, 2008; Naar et al., 2003 alebo v Kalaš et al., 2010a). Projektové úlohy sú pre študentov prítiahľivé, pretože môžu realizovať vlastné nápady, na ktorých im záleží, a to ich motivuje. Pri vyjasňovaní zadania hľadajú a identifikujú problémy, ktoré budú musieť vyriešiť. Objavujú pri tom možnosti a hranice stavebnice aj programovacieho jazyka. Komplexný projekt je hodnotným zážitkom, počas ktorého si môžu **vyskúšať všetko od návrhu robota až po jeho prezentáciu** (napríklad aj na robotické súťaži).

Tímová práca

Na seminári pracujú študenti v malých tímoch. Súvisí to s počtom stavebníc, ktoré máme k dispozícii. Na druhej strane je dobré, aby si vyskúšali práve takúto organizáciu práce, pretože je takmer isté, že ak budú niekedy vyučovať robotiku, nebudú mať k dispozícii pre každého žiaka jednu stavebnicu. Tímy sú dvoj-trojčlenné, výnimočne sa objaví nejaká štvorica alebo jednotlivec, ale snažíme sa tomu vyhýbať. Tímy si študenti zostavujú sami, nikdy sme neskúšali rozdeliť ich podľa nejakého špeciálneho kľúča. Z pozorovaní a rozhovorov ďalej vyplýva, že študenti si v tíme nerozdeľujú prácu systematicky, robia tak, iba keď sú v časovej tiesni. Uvažujeme preto o zaradení úloh, ktoré by boli zamerané na premyslenejšiu distribúciu činností v rámci tímu.

5.4 Inštrukcionistické prvky na seminári

V kapitole 5.2 sme naznačili, kedy je vhodné realizovať aktivitu konštruktivisticky a kedy je vhodné uviesť nejaké inštrukcionistické zásahy. Domnievame sa, že ak aktivita napríklad obsahuje nejaké

neintuitívne prvky, je príliš zložitá, alebo sú študenti málo motivovaní ju riešiť, je namieste vniesť do vyučovania inštrukcionistickú intervenciu. Inštruktívne pritom nemusí byť iba pôsobenie vyučujúceho, ale tieto prvky môže obsahovať výučbový materiál. Treba však zvážiť, či je cieľ sledovaný danou aktivitou natoľko dôležitý, že sa nám oplatí takýmto spôsobom zasahovať do vyučovania. Inštruktívne zásahy do vyučovania, ktoré najčastejšie využívame, sú frontálne vysvetlenie spojené s ukázkou riešenia a pomocné hárky pripravené na vyplňovanie.

6 Evaluácia priebehu seminára

V tejto kapitole zhrnieme najdôležitejšie zistenia, ktoré sme získali z dotazníkov a interview so študentmi, analýzou priebehu seminára a priamym pozorovaním. Za najdôležitejšie a najprínosnejšie pre vývin aktivít a celkovej koncepcie seminára považujeme **jednotlivé iterácie jeho realizácie**.

Pri každom zo siedmich semestrov popisujeme jeho syllabus, rozoberáme naše pozorovania, ponúkame analýzu dotazníkov, ak boli zadané. V prípade, že sme urobili so študentami interview, ponúkame jeho výsledky a uvádzame aj zistenia súvisiace s výstupmi od študentov (napr. programy, modely, vyplnené hárky).

Zistenia, ktoré sa opakovali takmer v každej iterácii seminára, v dotazníkoch aj v rozhovoroch:

- ❖ Väčšina študentov rada rieši úlohy bez vedenia vyučujúceho. Nie každému však vyhovuje voľnejšia organizácia práce na seminári, niektorí študenti očakávajú tradičnú výučbu s poskytovaním pripravených hotových informácií.
- ❖ Niektorí študenti nie sú spokojní, ak ich modely, ktoré považujú za dobre urobené, nie sú ohodnotené a toto hodnotenie nie je zahrnuté do celkového hodnotenia.
- ❖ Veľa študentov (najmä chlapcov) vyžaduje súťaživé aktivity, aj sami takéto aktivity vymýšľajú.
- ❖ Mnohí študenti málo rozmyšľajú o organizácii svojho tímu, alebo to nevedia vyjadriť a popísať. Často majú pocit, že každý robil všetko alebo si úlohy rozdelili akosi náhodne.
- ❖ Programovacie prostredie LEGO Mindstorms NXT Edu nemajú radi najmä študenti s veľkými skúsenosťami s programovaním. Považujú ho za zle ovládateľné, neprehľadné, obmedzujúce, s množstvom chýb a zle sa im v ňom pracuje. Väčšina by privítala textové prostredie.
- ❖ Niektorí študenti (najmä chlapci) sa odmietavo stavajú k estetickému dizajnu svojich modelov, prvoradá je pre nich funkčnosť. Naopak, najmä dievčatá motivuje dizajnérska stránka a využitie rôznorodých materiálov ku kreatívnej práci a vďaka tomu sú ochotné realizovať aj ostatné aspekty modelu (stavba, programovanie).
- ❖ Za najobľúbenejšie a najzábavnejšie sú označované úlohy ako Autíčko na ovládanie a Voľný projekt.
- ❖ Študenti oceňujú voľnú a zábavnú formu seminára, ale väčšinou dokážu aj explicitne uviesť, čo sa popritom naučili.

7 Výsledky výskumu: návrh seminára

V našej práci sme sa zamerali na edukačnú robotiku a jej miesto vo vzdelávaní. Za cieľ práce sme si stanovili navrhnuť koncepciu seminára pre študentov učiteľstva, ktorá by zodpovedala moderným trendom vo vyučovaní a ktorá by v čo najväčšej miere využívala konštruktivistický a konštrukcionistický prístup, ktorý ponecháva študentom dostatok času a priestoru pre učenie sa objavovaním. Cieľom tohto seminára je potom naučiť študentov pracovať s robotickou stavebnicou tak, aby boli schopní navrhnuť projektové zadanie pre žiakov (ktoré vedia aj sami vyriešiť) a aby mali chuť používať robotické stavebnice vo svojej budúcej učiteľskej praxi.

Zmysluplnosť tohto návrhu sme overovali samotnou realizáciou seminára. Zároveň sme zozbierali dáta o jeho priebehu, ktoré sme analyzovali a vyhodnocovali. Na základe zistení z tohto výskumu sme iteratívne vylepšovali koncepciu seminára až do finálnej podoby, ktorú predkladáme ako výsledok výskumu.

Pri výskume sme si položili nasledujúce výskumné otázky:

- ❖ Ako má prebiehať seminár o robotických stavebniciach podľa zásad konštruktivizmu a konštrukcionizmu? Ktoré témy zaradiť, aké typy aktivít navrhnuť a ako ich realizovať?
- ❖ Ako viesť študentov v rámci seminára k premýšľaniu o didaktickom aspekte robotických stavebníc a k navrhovaniu zadaní pre žiakov?
- ❖ Ako takýto seminár viesť a ako nastaviť pomer medzi inštruktívnym učením a menej riadenou konštrukcionistickou výučbou?

Na prvú otázku odpovedáme v kapitole 5.2, kde popisujeme typy úloh, ktoré sme na seminári zadali, rozoberáme metódy, ktorými sa tieto úlohy dajú realizovať a označujeme situácie, v ktorých je vhodné postupovať inštrukcionisticky, konštruktivisticky alebo konštrukcionisticky. V kapitolách 5.3 a 5.4 ďalej zhŕňame, v čom spočíva a kde sa prejavuje konštrukcionistický a inštrukcionistický dizajn seminára.

Na druhú otázku odpovedáme čiastočne v kapitole 5.2 a čiastočne v kapitolách 6.4, 6.5 a 6.6. Ako metódy, ktoré povedú k uvažovaniu študentov o didaktických aspektoch robotických stavebníc, navrhujeme používať najmä:

- ❖ pripravené hárky, ktoré obsahujú všetko, čo má popis projektu ako zadania pre žiakov obsahovať;
- ❖ diskusiu s tímom o ich projekte, kde vyučujúci kladie rôzne otázky o edukačnom aspekte vytvoreného robotického modelu a pýta sa na to, ako by ho študenti uviedli v triede žiakom, čo budú žiaci potrebovať vedieť vopred, čo sa pri tom naučia a podobne;
- ❖ pri aktivitách, ktoré sú vo svojej podstate identické s tým, čo by sa dalo zadať žiakom na základnej alebo strednej škole, upozorňovať študentov na tento fakt a diskutovať s nimi o tom, čo sa práve deje, v čom je táto aktivita iná od práce žiakov a ako by mohli túto skúsenosť využiť v učiteľskej praxi.

Na poslednú otázku odpovedáme najmä v kapitole 5.2 a čiastočne potom v kapitolách 5.3 a 5.4. V kapitole 5.2 pri popise jednotlivých typov úloh explicitne uvádzame, ako ich navrhujeme realizovať. Popisujeme aj niektoré konkrétne situácie, v ktorých postupujeme inštrukcionisticky, konštruktivisticky či konštrukcionisticky.

Návrh seminára

Najdôležitejším výstupom nášho iteratívneho výskumu je konečný návrh seminára, v tejto záverečnej kapitole podávame iba jeho stručný obsah.

Týždeň	Téma
1	Úvod, prezentácia o organizácii a obsahu seminára. LEGO NXT – programovanie v režime kocky
2	Programujeme v LEGO Mindstorms NXT Edu I (pohyb a senzory)
3	Programujeme v LEGO Mindstorms NXT Edu II (cyklus, vetvenie, káblíky)
4	Programujeme v LEGO Mindstorms NXT Edu III

	(blok príkazov, paralelná vetva, premenné, prestavba robota)
5	Meranie a spracovanie údajov pomocou robota (meranie ochladzovania vody v rôznych nádobách)
6	Komunikácia medzi kockami (závody autíčok na ovládanie)
7 8 9 10	Voľný projekt Vyberáme napríklad z tém: <ul style="list-style-type: none"> • robot na súťaž Istrobot; • vesmír, lunapark, inteligentný dom, ihrisko, ZOO, ekologická energia; • pohyblivá bábka alebo zvieratko; • auto alebo pracovný stroj (napr. buldozér, bager, tank); • viac uzavreté témy: výťah, jukebox, hudobný nástroj; • úplne voľná téma po dohode a diskusii s vyučujúcim. Na konci projektu odporúčame urobiť výstavu alebo súťažnú aktivitu. Študenti by mali vytvoriť popis projektu a ohodnotiť si projekty navzájom.
11	Rezerva na dokončenie projektu Dá sa prípadne naplniť niektorou z tém: <ul style="list-style-type: none"> • BoeBot (návšteva robotického laboratória na s priateľskej fakulte a práca s inou robotickou stavebnicou); • opakovanie - uzatvorené úlohy zamerané na paralelné procesy a premenné (prípadne uzatvorené úlohy, ktoré sa nestihli spraviť na začiatku semestra); • reťazová reakcia (jeden robot spúšťa akciu druhého robota bez posielania správ); • vytvorenie stop-motion videa pomocou LEGO kociek a web kamery; • prezentácia a diskusia o súťaži First LEGO League a riešenie jednej čiastkovej úlohy z niektorého ročníka.
12	Záver, diskusia o robotike v škole.

Tab. 7.1: Konečný návrh sylabu seminára

V prvých štyroch týždňoch by mali prebehnúť všetky uzatvorené aktivity v režime NXT kocky aj v programovacom jazyku LEGO Mindstorms NXT Edu. Uzatvorené úlohy vo všeobecnosti nevyučujeme inštruktívne, ale nechávame študentov pracovať samostatne. Pomoc poskytujeme na vyžiadanie, alebo keď vidíme, že si nevedia rady. Tieto série úloh majú za cieľ zoznámiť študentov so základnými konceptmi ovládania robotov a pripraviť ich na rozsiahlejší projekt, v ktorom však bude programovanie iba jednou z viacerých zložiek. Ďalšie témy (Meranie a spracovanie údajov a Komunikácia medzi kockami) môžu byť zaradené prakticky kedykoľvek počas celého semestra. Môžu sa odohrať pred voľným projektom alebo aj po ňom. Presúvame ich v sylabe podľa potreby. Na voľný projekt vyhradzujeme minimálne štyri týždne, podľa okolností sa aktivita môže natiahnuť až na päť alebo šesť týždňov, niekedy sa však dá stihnúť aj za tri týždne. Všetko závisí od konkrétnych okolností aj od zvolenej témy. Ak je dlhší semester alebo ostane na konci dosť týždňov na ďalší projekt, dávame mu prednosť pred inými aktivitami.

Záver

V tejto práci sme sa zamerali na edukačnú robotiku, ktorá vytvára bohaté príležitosti pre kreatívnu súhru viacerých školských predmetov. Pri riešení komplexného problému tvorby robotického modelu zahŕňajúceho konštrukciu, programovanie aj dizajn učitelia sa využívajú a rozvíjajú rôzne

vedomosti, zručnosti a schopnosti, ktoré sú v súlade s cieľmi obsiahnutými v *Štátnom vzdelávacom programe* (2008). Príprava budúcich učiteľov by mala zahŕňať aktivity, ktoré ich budú neskôr v praxi inšpirovať k tvorivému vyučovaniu. Riešením pripravených zadaní a vytváraním robotických modelov získajú dôležitú skúsenosť s robotickými stavebnicami, ale aj s netradičnou organizáciou vyučovania, tímovou prácou a ďalšími kľúčovými konceptmi, ktoré na seminároch využívame a predstavujeme.

Náš výskum pomohol k naplneniu cieľa práce, ktorým bolo navrhnúť koncepciu a náplň seminára o robotike pre študentov učiteľstva. Iteratívne sme realizovali a stále zdokonaľovali koncepciu seminára, konkrétne zadania úloh aj metódy ich realizácie. Konečný návrh seminára dáva odpoveď na otázku, ako má prebiehať seminár o robotických stavebniciach podľa zásad konštruktivismu a konštrukcionizmu, ktoré témy zaradiť, aké typy aktivít navrhnúť a ako ich realizovať. V priebehu siedmich semestrov, počas ktorých sme seminár realizovali, sme vytypovali niekoľko vhodných metód, ktoré vedú študentov k premýšľaniu o didaktickom aspekte robotických stavebníc a k navrhovaniu zadaní pre žiakov, čím odpovedáme na ďalšiu z otázok, ktoré sme si položili. V rámci rozboru jednotlivých typov aktivít uvedených na seminári sme popísali aj situácie, ktoré je podľa nás vhodné riešiť posunom konštruktivistickej a konštrukcionistickej výučby smerom k inštrukcionizmu alebo naopak ponechať v konštrukcionistickej rovine.

Za hlavný prínos práce v kontexte rozvoja odboru Teória vyučovania informatiky považujeme vytvorenie sylabu a náplne seminára *Robotické stavebnice vo vyučovaní 1*, ktoré boli v rámci nášho výskumu experimentálne overené. Za ďalšie prínosy práce považujeme kategorizáciu úloh a aktivít realizovaných na seminári, ich charakterizáciu a popis (vrátane príkladov a ukážok). Na základe niekoľkoročnej skúsenosti sa ukázalo, v ktorých konkrétnych situáciách je nutné postupovať inštruktívne, a v ktorých je naopak vhodné uplatniť voľnejší prístup. Za ďalší dôležitý prínos práce považujeme vymedzenie predmetu edukačnej robotiky, jeho obsahu, možností a perspektív.

Možné pokračovanie výskumu vidíme v rozvinutí aktivít do druhého semestra seminára *Robotické stavebnice vo vyučovaní 2*, ktorého obsahom by mala byť najmä didaktika edukačnej robotiky. Ďalšie možné pokračovanie výskumu by mohlo viesť k dôkladnejšiemu preskúmaniu miskoncepcií, na ktoré sme narazili a k hľadaniu metód na ich odstraňovanie v priebehu výučby s robotickými stavebnicami. Iným smerom by sa mohol uberať výskum, ktorý by mal za cieľ pretransformovať obsah nami navrhovaného seminára do iného programovacieho jazyka (napr. textového).

Literatúra

- ACKERMANN, E. 2001. *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?* [online]. MIT Media Lab, 2001. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]:
<<http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20%20Papert.pdf>>
- ACKERMANN, E. 2010. Constructivism(s): Shared roots, crossed paths, multiple legacies. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*, Paris : American University of Paris, 2010. V tlači.
- ALIMISIS, D. - MORO, M. - ARLEGUI, J. - FRANGO, S. - PAPANIKOLAOU, K. 2007. Robotics & Constructivism in Education: the TERECoP project. KALAS, I. (ed.). *Proceedings of EuroLogo 2007*. Bratislava : UK, 2007, s. 39.
- ANDERSON, J. 2007. *How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe?* NY : Oxford University Press, 2007. ISBN 978-0-19-532425-9.
- BRINGUIER, J-C. 1989. *Conversations with Jean Piaget*. Chicago : University of Chicago Press, 1989. ISBN 0-226-07505-2.
- BUMGARDNER, J. 2007. The Origins of Mindstorms. *Wired* [online], 2007, [cit. 10.3.2010]. Dostupné na www]:
<http://www.wired.com/geekdad/2007/03/the_origins_of_/>
- Carnegie Mellon Robotics Academy: Introduction to Robotics*. 2006. [online]. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]:
<<http://www.education.rec.ri.cmu.edu>>
- Design-Based Research Collective. 2003. Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 2003, 32(1), s. 5-8.
- EVANS, D. 2006. *Teaching robotics with LEGO Mindstorms*. [online]. Futurelab, 2006. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]:
<<http://www.futurelab.org.uk/resources/publications-reports-articles/web-articles/Web-Article495>>

- FEURZEIG, W. 2010. Demystifying Constructionism. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*, Paris : American University of Paris, 2010. V tlači.
- FUDALY, P. - LENČO, P. 2008. *Neformálne vzdelávanie detí a mládeže*. [online]. Bratislava : Iuventa, 2008. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <www.vyskummladeze.sk/images/stories/iuventa/PRIESKUMY/PKD006/publikacia_Fudaly_Lenco.pdf>
- GREEN, H. - HANNON C. 2007. *Their Space. Education for a Digital Generation*. Londýn : Demos, 2007. ISBN 1-84180-175-5.
- INHELDER, B. - PIAGET, J. 1999. *Psychológia dieťaťa*. Bratislava : Sofa, 1999. ISBN 80-85752-33-6.
- KAFAI, Y. - RESNICK, M. (eds.) 1996. *Constructionism in practice*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 1996. ISBN 0-8058-1985-1.
- KALAŠ, I. 2008. Pedagogický výskum v informatike a informatizácii (1. časť). In: *Zborník konferencie Didinfo 2008*. Banská Bystrica : UMB, 2008. ISBN 978-80-8083-367-1. s. 50.
- KALAŠ, I. 2009. Pedagogický výskum v informatike a informatizácii (2. časť). In: *Zborník konferencie Didinfo 2009*. Banská Bystrica : UMB, 2009. ISBN 978-80-8083-720-4. s. 15-24.
- KALHOUS, Z. - OBST, O. et al. 2002. *Školní didaktika*. Praha : Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- KIRSCHNER, P. A. - SWELLER J. - CLARK, R. E. 2006. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 2006, vol. 41 (2), s. 75 - 86.
- LAU, K. W. - TAN, H. K. - ERWIN, B. T. - PETROVIC, P. 1999. Creative Learning in School with LEGO Programmable Robotics Products. *Proceedings to Frontiers in Education'99*. IEEE CS Press, 1999. vol.2. s. 12D4/26 - 12D4/31.
- MINDELL, D. 2000. *LEGO Mindstorms: The Structure of an Engineering (R)evolution*. [online]. MIT, 2000. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://web.mit.edu/6.933/www/Fall2000/LEGOMindstorms.pdf>>
- NAAR, D. - KOUDELKOVÁ, I. - ZERZAŇOVÁ, L. 2003. *Průvodce pro projektové vyučování*. Liberec : Egredior, Centrum rozvoje zkušenostního učení, 2003.
- PAPERT, S. 1980. *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*. New York : Basic Books, 1980. ISBN 0465046290.
- PAPERT, S. - HAREL, I. 1991. Situating Constructionism. PAPERT, S. - HAREL, I.: *Constructionism*. Norwood, NJ : Ablex Publishing, 1991. ISBN 0893917869. s. 1-12. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>>
- PAPERT, S. 1984. *Constructionism vs. Instructionism*. [online]. Text a video záznam z prednášky, 1984. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <http://www.papert.org/articles/const_inst/>
- PAPERT, S. 1999. *The Eight Big Ideas of the Constructionist Learning Laboratory*. Nepublikovaný interný dokument. South Portland, Maine, 1999. Citované v STAGER, G. Papertian Constructionism and the Design of Productive Contexts for Learning. Plenary Session Paper – EuroLogo X, Warsaw, Poland, 2005. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://www.stager.org/articles/eurologo2005.pdf>>
- PETTY, G. 1996. *Moderní vyučování*. Praha : Portál, 1996. ISBN 80-7178-978-X.
- Projekt INFOVEK*. 2005. [online]. Webstránka projektu Infovek venovaná stavebnciam LEGO. 2005. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://LEGO.infovek.sk>>
- RESNICK, M. - MARTIN F., et al. 1996. Programmable Bricks: Toys to think with. *IBM Systems Journal*, 1996, vol. 35, no. 3 & 4. MIT Media Lab. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://cs.wellesley.edu/~rds/rds02/handouts/ToystoThinkWith.pdf>>
- RESNICK, M. 2004. Edutainment? No thanks. I prefer playful learning. *Associazione Civita*, 2004, vol. 1, no. 1. s. 2 – 4. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/edutainment.pdf>>
- RICHARDSON, K. 1998. *Models of Cognitive Development*. Hove : Psychology Press, 1998. ISBN 978-0-86377-852-0.
- RYBÁR, J. 1997. *Úvod do epistemológie Jeana Piageta*. Bratislava : IRIS, 1997. ISBN 80- 88778-43-3.
- RUSK, N. - BERG, R. - RESNICK, M. 2005. *Rethinking Robotics: Engaging Girls in Creative Engineering*. [online]. A Proposal to National Science Foundation, Informal Science Education Program, 2005. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://ilk.media.mit.edu/papers/Rethinking-Robotics-final.pdf>>
- RUSK, N. - RESNICK, M. et al. 2008. New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, 2008, vol. 17, Number 1. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/NewPathwaysRoboticsLLK.pdf>>
- SIRAJ-BLATCHFORD, J. - WHITEBREAD, D. 2007. Supporting Information and Communications Technology in the Early Years. Open University Press, McGraw-Hill Education, 2007. ISBN 0-335-20942-4.
- SKLAR, E. - EGUCHI, A. 2004. Learning while Teaching Robotics. *The AAAI Symposium Series: Accessible Hands-on Artificial Intelligence and Robotics Education*, 2004. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]:

<<http://www.sci.brooklyn.cuny.edu/~sklar/papers/aaais04-mentor.pdf>>

STAGER, G. S. 2010. A Constructionist Approach to Teaching with Robotics. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*, Paris : American University of Paris, 2010. V tlači.

Štátny vzdelávací program. 2008. [online]. Bratislava : ŠPU, 2008. Dostupné na www [cit. 10.3.2010]: <<http://new.statpedu.sk/sk/filemanager/download/987>>

TOCHÁČEK, D. 2008. Kurz TERECoP na KITTV PEDF UK - príprava budúcich učiteľů technické a informační výchovy na využití robotiky v konstruktivisticky pojaté výuce. Príspevok 2. mezinárodní konference Moderní technologie ve výuce. Brno : PedF MU, 2008.

TUREK, I. 2008. *Didaktika*. Bratislava : Iura Edition, 2008. ISBN 978-80-8078-198-9.

TUREK, I. 1982. *O problémovom vyučovaní*. Bratislava : SPN, 1982.

ŠVARÍČEK, R. - ŠEĎOVÁ, K. et al. 2007. *Kvalitatívny výzkum v pedagogických vĕdách: pravidla hry*. Praha : Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.

VANÍČEK, J. 2008. O projektové výuce ve školní informatice. *Matematika, informatika, fyzika*, 2008, roč. 17, č. 32. ISSN 1335-7794. s. 15 – 22.

WANG, F. - HANNAFIN, M. J. 2005. Design based-research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 2005. s. 5-23.

Vlastná publikačná činnosť

KABÁTOVÁ, M. 2007a. Vzdelávanie a počítačové modely mysle. *Zborník príspevkov štipendistov z projektu JPD 3 BA 2005/1-043 Centrum Projektovej Podpory*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2007. s. 13-18. ISBN 978-80-89186-18-1

KABÁTOVÁ, M. 2007b. Aplikácie počítačového modelu mysle ACT-R vo vzdelávaní. *Zborník príspevkov konferencie Kognícia a umelý život 2007*. Opava : Slezká univerzita v Opavě, 2007. s. 161-166. ISBN978-80-7248-412-6

KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2008. Hra = učenie sa. LEGO a robotika vo vyučovaní budúcich učiteľov. *Zborník príspevkov konferencie DidInfo 2008*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2008. s. 19. ISBN978-80-8083-367-1

KABÁTOVÁ, M. 2009a. Kognitívny tútor pre začiatočníkov v programovaní. *Zborník príspevkov konferencie DidInfo 2009*. Banská Bystrica : Univerzita mateja Bela, 2009. s. 109-112. ISBN 978-80-8083-720-4

KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2010a. Edukačná robotika pre prvý stupeň a budúci učelia. *Zborník príspevkov konferencie DidInfo 2010*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2010. s. 26. ISBN978-80-8083-952-9

KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2010b. Learning how to teach robotics. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*. Paris : American University of Paris, 2010. V tlači.

Skriptá a učebné texty, učebnice pre ZŠ a SŠ

HURŠECKÝ, R. - DROZDOVÁ, M. - HOMOLA, M. - HRUŠECKÁ, A. - JAŠKOVÁ, Ľ. - KABÁTOVÁ, M. - KAROLČÍK, Š. - KUBINCOVÁ, Z. - PEKÁROVÁ, J. 2009. Moderné digitálne technológie v edukačnom procese : 1.3 Ďalšie vzdelávanie kvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009. ISBN 978-80-8118-019-4.

KABÁTOVÁ, M. - KALAŠ, I. - MIKOLAJOVÁ, K. - PEKÁROVÁ, J. 2009b. Digitálny svet : 1.2 Vzdelávanie nekvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009. ISBN 978-80-89225-61-3.

KABÁTOVÁ, M. - KALAŠ, I. - MIKOLAJOVÁ, K. - PEKÁROVÁ, J. 2009c. Východiská a inšpirácie : 1.2 Vzdelávanie nekvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009. ISBN 978-80-89225-62-0.

KALAŠ, I. - PEKÁROVÁ, J. - KABÁTOVÁ, M. - MIKOLAJOVÁ, K. 2009a. Vzdelávanie v škole a mimo nej : 1.2 Vzdelávanie nekvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009. ISBN 978-80-8118-024-8.

KALAŠ, I. - KABÁTOVÁ, M. - MIKOLAJOVÁ, K. - PEKÁROVÁ, J. 2009b. Škola v digitálnom svete : 1.3 Ďalšie vzdelávanie kvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009. ISBN 978-80-8118-020-0.

KALAŠ, I. - CHALACHÁNOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. - KABÁTOVÁ, M. - MIKOLAJOVÁ, K. 2009c. Žijeme v digitálnom svete : 1.1 Vzdelávanie učiteľov 1. stupňa ZŠ na informatiku a informatickú výchovu. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009. ISBN 978-80-8118-027-9.

KALAŠ, I. - VANÍČEK, J. - MIKOLAJOVÁ, K. - KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2010a. Digitálne technológie a zásahy do vyučovania : 1.2 Vzdelávanie nekvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. ISBN 978-80-8118-032-3.

KALAŠ, I. - CHALACHÁNOVÁ, M. - KABÁTOVÁ, M. - MIKOLAJOVÁ, K. - PEKÁROVÁ, J. 2010b. Tvoríme digitálnu školu : 1.1 Vzdelávanie učiteľov 1. stupňa ZŠ na informatiku a informatickú výchovu. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. ISBN 978-80-8118-055-2.

- KALAŠ, I. - CHALACHÁNOVÁ, M. - KABÁTOVÁ, M. - MIKOLAJOVÁ, K. - PEKÁROVÁ, J. 2010c. Učíme (sa) v digitálnej triede : 1.1 Vzdelávanie učiteľov 1. stupňa ZŠ na informatiku a informatickú výchovu. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. ISBN 978-80-8118-056-9.
- KALAŠ, I. - KABÁTOVÁ, M. - MIKOLAJOVÁ, K. - PEKÁROVÁ, J. - VANÍČEK, J. 2010d. Digitálne technológie menia poznávací proces : 1.3 Ďalšie vzdelávanie kvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. ISBN 978-80-8118-047-7.
- TOMCSÁNYI, P. - KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. - JANOVIČKÝ, L. 2010. Robotické stavebnice vo vzdelávaní : 1.2 Vzdelávanie nekvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. ISBN 978-80-8118-044-6.

Summary

In our thesis we focused at educational robotics. Building autonomous robots include various opportunities for developing vast set of skill. Students learn to design the robot, build it following some mechanical principles and write a program. Activities within educational robotics are suitable to fulfill educational aims of our national curriculum for informatics and digital literacy. In order to prepare future teachers - students of informatics education - for teaching with robotic kits we decided to design a course on educational robotics. During the course we introduce several constructionist concepts and we try to organize the education in constructionist way creating a productive setting for learning. Students experience less traditional learning and teaching, they work in teams, define their own goals and use different building materials.

Our research helped to fulfill the objective - to design a course on educational robotics for pre-service teachers. We were inspired by design-based research and we improved the course concept through several iterations. The final syllabus and content of course we propose give answers to how should a constructionist course on educational robotic look like, which themes should be included and what kinds of activities to design and how to organize them in the classroom. During seven terms of our course we identified few methods that help the students to think about educational aspect of robotic kits and autonomous robots, and to design activities for primary and secondary school pupils. Within the categorization and description of activity types we also described particular situations that may occur during the course and we suggest to solve them either by making the lesson more instructive or by taking advantage of the constructionist nature of the activity.

During the research we used several methods of data gathering (inquiry lists, interview, participant observation and field notes) and their analysis. Our research was qualitative and we were working only with specific group - students that attended our courses.

Our main contribution to the field of Informatics education theory is the syllabus and content of the educational robotics course for pre-service teachers that are experimentally verified and that were tested during seven terms. As another contribution we consider the categorization and description of types of activities that were assigned during the course, we analyze them using specific examples. Several years of experience revealed in which situations it is suitable to proceed in instructive way and when we can apply constructionist principles. Another important contribution is formulation of subject of educational robotics, its contents, themes and prospects.