

EDUKAČNÁ ROBOTIKA A JEJ DIDAKTIKA

MARTINA KABÁTOVÁ

ABSTRAKT

V tomto článku v sa v krátkosti pokúsime objasniť, čo je edukačná robotika, čo zahŕňa a čím sa odlišuje od iných oblastí (napr. od inžinierskej robotiky). Ďalej sa budeme zaoberať rôznymi typmi úloh, ktoré sa s robotickými stavebnicami dajú riešiť a budeme sa zamýšľať nad tým, do akej miery v nich možno využiť konštrukcionistický prístup k vyučovaniu. Nakoniec predstavíme koncepciu seminárov pre učiteľov a študentov učiteľstva, ktoré sú zamerané na didaktiku robotických stavebníc.

Kľúčové slová: edukačná robotika, stavebnice, LEGO, didaktika, aktivity

ÚVOD

Edukačná robotika sa stáva stále populárnejšou náplňou voľnočasových krúžkov, ale našla si svoje miesto aj v Štátnom vzdelávacom programe pre predmety informatika aj informatická výchova - mnohé vzdelávacie ciele týchto predmetov sa dajú pomocou edukačnej robotiky naplniť. Vďaka niektorým minulým projektom (Infovek) ale aj vlastnej iniciatíve škôl, či sponzoringu, rodičom a účasti na robotických súťažiach sa na mnohých školách robotické stavebnice už nachádzajú a ich využitie na vyučovaní je o to aktuálnejšie.

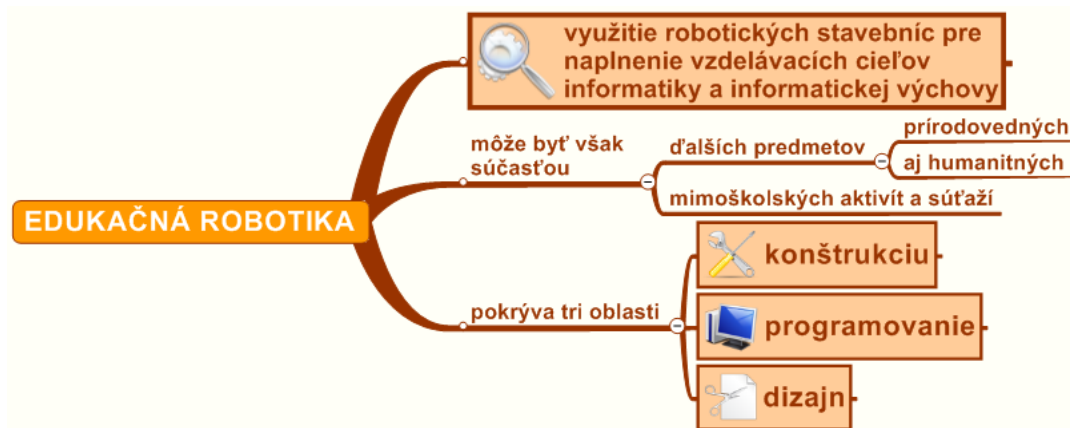
Stále viac sa zdôrazňuje, že vhodná motivácia žiakov má veľmi dôležitú úlohu v procese ich učenia sa. Robotické stavebnice sú edukačnou pomôckou, ktorá so sebou prináša práve tento dôležitý motivačný faktor. Ich využitie na vyučovaní a integrácia do rôznych predmetov a medzipredmetových aktivít by mohla mať pozitívny vplyv na viaceré aspekty vyučovania na školách (napr. vzbudenie záujmu inak pasívnych žiakov).

Na školách, v krúžkoch a v robotických súťažiach sa najčastejšie stretáme so stavebnicami:

- LEGO MINDSTORMS NXT,
- LEGO MINDSTORMS RCX,
- LEGO WeDo,
- Boe Bot,
- Logi Blocs.

1 EDUKAČNÁ ROBOTIKA¹

Pod edukačnou robotikou rozumieme **využitie robotických stavebníc na vyučovaní** informatiky, informatickej výchovy alebo na iných predmetoch. Edukačná robotika zahŕňa niekoľko kľúčových oblastí, v ktorých možno rozvíjať rôzne kompetencie žiakov a študentov. Robotické stavebnice majú mnohostranné využitie - poskytujú priestor pre medzipredmetové projekty, 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.

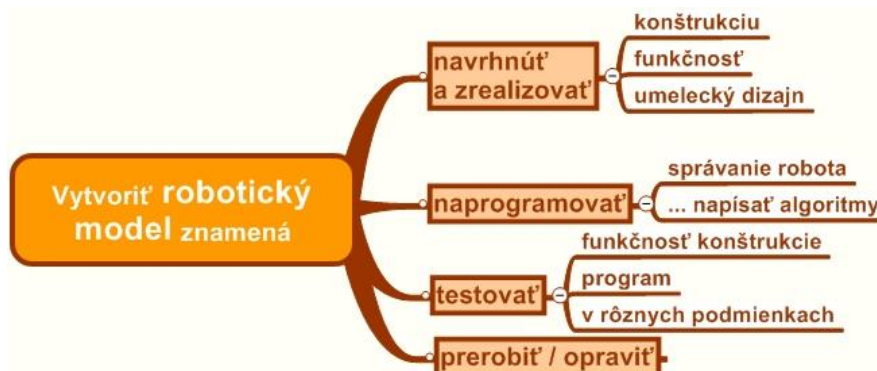


Obr. 1 Čo je to edukačná robotika

¹ Táto kapitola sa vo veľkej miere opiera o [2].

Edukačnú robotiku by sme neradi zamieňali s inžinierskou robotikou - obe tieto oblasti majú viacero spoločných črt (napr. obe sa zaoberajú navrhovaním, konštrukciou a riadením robotov) avšak cieľová skupina, vzdelávacie ciele aj aktivity, ktorými tieto ciele naplníme, sú výrazne odlišné. Aj stavebnice, ktoré sa väčšinou využívajú na školách, sú zámerne navrhnuté tak, aby zostali viaceré aspekty ich mechaniky a elektroniky ukryté (pozri napr. LEGO NXT programovateľnú kocku, ktorá je celá uzavretá) - účastník² má takto možnosť zamerať sa skôr na dizajn robotického modelu a jeho programovanie, ktoré je oproti "naozajstnej" robotike značne zjednodušené.

Ústrednou aktivitou edukačnej robotiky je **tvorba robotických modelov**. Odlišné činnosti, ktoré táto aktivita zahŕňa, pokrývajú širokú škálu kompetencií, ktoré môžeme prostredníctvom edukačnej robotiky rozvíjať. V rámci informatiky a informatickej výchovy nás najviac zaujímajú aktivity spojené s programovaním robota (na tie sa zameriame aj v tomto článku), zahrnuté sú však aj aktivity, ktoré spadajú pod iné predmety, či dokonca také, ktoré nesúvisia priamo s formálnym vzdelávaním, ale napriek tomu sú pre život človeka v modernej spoločnosti nanajvýš užitočné (napr. už spomínaná tímová práca) - tieto aspekty sa objavujú v najväčšej miere pri otvorených projektoch.



Obr. 2 Hlavnou aktivitou v rámci edukačnej robotiky býva obvyčajne tvorba robotického modelu

1.1. Konštrukcia

Pri návrhu a realizácii fyzickej konštrukcie robota musia účastníci premýšľať o mechanických princípoch ako sú prevody 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, stabilitu celej zostavy a pod. V súťaži First LEGO League je konštrukcia robota jednou z hodnotených kategórií.

1.2. Programovanie

Udalosťami riadené programovanie nesie so sebou viaceré špecifiká, ale v princípe obsahuje všetky obvyklé štruktúry, ktoré by sa mali účastníci 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 typom myslenia, ktorým práve táto názornosť vyhovuje, je potom jednoduchšie odhaliť v programe chybu. Programovanie robotických stavebníc závisí vo veľkej miere aj od zvoleného programovacieho prostredia - niektorí vyučujúci dajú so svojimi žiakmi prednosť dlaždicovému LEGO NXT-G, iní radšej siahnu po textových jazykoch, ktoré sa dajú získať na internete.

1.3. 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). V školskom roku 2008/09 sa nášho seminára pre študentov učiteľstva zúčastnili dve dievčatá, ktoré boli umelecky založené, ale neboli veľmi zdatné programátorky - ako svoj voľný projekt si zvolili pohyblivú postavičku ježibaby. Počas niekoľkých týždňov sa nadšene venovali výrobe jej kostýmu, parochne a rekvizít, ale aby projekt naozaj dokončili odvážne sa pustili aj do konštrukcie kostry postavy z LEGO dielov a nakoniec naprogramovali veľmi zaujímavé ovládanie a správanie svojho modelu.

² Pod pojmom účastník budeme v tomto článku rozumiť väčšinou študentov učiteľstva a učiteľov z praxe, ktorí absolvovali naše kurzy, môže sa však tiež vzťahovať na ľubovoľného učiaceho sa, ktorí sa vzdeláva pomocou robotickej stavebnice (dieťa, žiak).

2 TYPY ÚLOH S ROBOTICKOU STAVEBNICOU³

S robotickými stavebnicami sa dá robiť mnoho rôznych aktivít. Dajú sa použiť ako platforma pre úplne uzavreté úlohy zamerané iba na programovanie základného modelu, poskytujú však aj takmer neobmedzený priestor pre voľné konštrukcionistické projekty, kde môžu byť žiaci tými, kto si vymyslí, čo bude ich robot predstavovať a ako bude fungovať. Uvedené typy zadaní sme vyšpecifikovali na základe seminárov pre študentov učiteľstva a pre učiteľov z praxe. Keďže podobné úlohy sa objavujú aj v iných kurzoch, domnievame sa, že naša kategorizácia je dostatočne univerzálna a dá sa zovšeobecniť.

2.1 Úlohy na programovanie v režime NXT kocky

Väčšinou je dobré začať pracovať s robotom práve pomocou zadávania inštrukcií bez počítača - iba v režime NXT kocky. Pre účastníkov vzdelávania, ktorí sa ešte nikdy predtým nestretli s programovateľnými stavebnicami, plánujeme zadaná využívať režim NXT kocky zhruba na jednu hodinu (60 minút), viac aktivít tohto typu väčšinou zadávať netreba. Výhody aktivít v režime NXT kocky:

- Takéto úlohy umožnia zoznámiť sa s robotickým modelom a jeho ovládaním, vyskúšať jednotlivé senzory, ale aj naprogramovať jednoduché správanie robota.
- Aktivity v režime kocky sú vhodné pre krátke kurzy (napr. workshopy), kde nie je čas zoznamovať sa s niektorým z programovacích jazykov na počítači.
- Tvorba niektorých programov v režime NXT kocky je zvládnuteľná dokonca aj s deťmi na prvom stupni ZŠ.
- Nepotrebujeme počítač, kábel ani zvyšok stavebnice.


Nevýhody aktivít v režime kocky:

- Menu NXT kocky je iba v anglickom jazyku.
- Niektoré príkazy sa správajú trochu odlišne od ich ekvivalentov v programovacom prostredí na počítači.
- Displej kocky má veľmi malé rozlíšenie, niektoré príkazy sa zle rozoznávajú (to môže byť problém, ak vyučujeme niekoho so slabším zrakom alebo postihnutím, alebo deti, ktoré majú ešte problém s čítaním).
- Senzory a motory musia byť zapojené presne podľa návodu. Nedajú sa spraviť programy napríklad pre dva tlakové senzory a pod. Aj robotický model pre tieto aktivity má iba niekoľko rozumných variantov.

V našich kurzoch sme použili zadaná 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.

Zadaná v režime NXT kocky sú uzatvorené. Programovanie je natoľko jednoduché a ovládanie dostatočne intuitívne, že nevyžaduje takmer žiadne vedenie zo strany vyučujúceho, a preto ich väčšinou účastníci riešia samostatne a objavujú možnosti NXT kocky.

Nájdí vzdialenosť	Použité voľbu „View“ (Zobraz) v menu NXT kocky a zistíte, akú najmenšiu a najväčšiu vzdialenosť od prekážky dokáže robot zaznamenať pomocou ultrazvukového senzora. Skúste zmerať vzdialenosť k najbližšiemu spolužiakovi.
Odhadni správanie	Zadajte do NXT kocky nasledujúci program:  Najprv sa pokúste odhadnúť podľa použitých príkazov, čo bude robot robiť. Program spustíte a zistíte, či ste ho prečítali správne.
Športovec	Robot športovec sa pripravuje na letnú olympiádu v bežeckej disciplíne. Trénuje si hlavne presný štart. Úloha: naprogramujte robota tak, aby čakal na zvukový signál. Po jeho zaznení sa začne pohybovať smerom dopredu až kým nepríde do cieľa (tmavý podklad) a tam zastaví.

2.2 Uzatvorené úlohy pre učenie sa základov programovania a ovládania robota


Úvodné programovanie jednoduchších uzatvorených zadaní je bežný postup v kurzoch robotiky ([10], [8]). Na seminári pre študentov učiteľstva mu venujeme tri lekcie na začiatku semestra. V kurze pre učiteľov z praxe sme sa takými to úlohami zaoberali päť hodín z celkových ôsmich hodín, ktoré boli na kurz určené.

Uzatvreté úlohy majú jasne a presne formulované zadanie a jednoznačný výstup. Sú postupne zamerané na pohyb robota, použitie bloku „Wait“ (Čakaj), cyklus, použitie senzorov a rozhodovanie sa na základe údajov z nich, zobrazovanie na displeji, vlastné bloky príkazov, rozhodovací blok, premenné a paralelné procesy, rýchlosť robota a pohon robota. Zrejme existuje množstvo rovnako dobrých poradí, v ktorých dá postupne zoznámiť s programovaním robotického modelu.

Väčšina účastníkov je schopná riešiť zadaná samostatne, bez pomoci vyučujúceho. Vyučujúci sa stavia do roli poradcu, odpovedá na otázky a poskytuje vyžiadanú pomoc s riešením. Konštruktívnym dialógom sa snaží zistiť, kde je v riešení

³ Táto kapitola sa vo veľkej miere opiera o [2].

problém. Kladením vhodných otázok účastníci často prídu na chybu sami (najčastejšie, keď sa snažia vyučujúcemu vysvetliť, v čom je problém) alebo objavia niečo nové o programovacom prostredí. V skrátanom kurze pre učiteľov z praxe sme z dôvodu nedostatku času zvolili viac inštruktívny prístup. Riešenie prvého zadania z každej série sme predviedli cez projektor. Účastníci potom riešili ďalšie zadania samostatne.

Robot archeológ	Z robota sa stal archeológ a snaží sa rozlúštiť prastaré písmo. Možno mu v tom pomôže, ak bude chvíľu chodiť v tvare niektorých znakov. Vyberte si jedno písmeno zo starovekej kamennej tabuľky. Naučte svojho robota pohybovať sa presne v tvare tohto písmena. Naučte robota chodiť napríklad podľa tvaru krokodíľích zubov: 
Príprava na preteky	Robot sa pripravuje na preteky, trénuje najmä štart a dobeh do cieľa. Robot čaká na zvukový signál. Ak ho začuje, vyštartuje vpred. Postupne zrýchľuje a zastane až v cieľovej rovine (označenej čiernou čiarou). Po dobehnutí do cieľa sa robot otočí okolo svojej osi a na displeji sa ukáže usmiata tvárička.

Úlohou, ktorá vedie k premýšľaniu nad konštrukciou robota môže byť napríklad zadanie **Pretekár** - účastníci majú za úlohu zabezpečiť, aby sa ich robot (postavený v základnom tvare) pohyboval čo najrýchlejšie. Táto úloha vedie k prestavaniu modelu tak, aby sa využilo prepojenie kolies a motora pomocou vhodných prevodov. Svoje riešenie si môžu účastníci porovnať s ostatnými tak, že odštartujú roboty z jednej štartovacej čiary a hneď sa zistí, ktorý z nich "dobehe" do cieľa ako prvý (úloha je inšpirovaná materiálmi [1]).

2.3 Úlohy projektového typu

Ďalší typ zadania predstavujú úlohy, ktoré umožnia účastníkom robiť vlastný robotický model, ale nie na otvorenú tému. Výstup je pomerne presne definovaný a úloha neposkytuje príliš mnoho priestoru pre kreativitu, zahŕňa však aj riešenie dizajnu robotického modelu a jeho funkčnej konštrukcie (tieto aspekty väčšinou nie sú prítomné pri predchádzajúcich typoch úloh).

Príkladom takéhoto zadania je projekt **Výtah**. Účastníci majú za úlohu postaviť funkčný model výťahu (podrobnejšie sa o tomto projekte dočítate v [3], [6]). Projekt Výtah a podobné aktivity sú **konštruktivistické** - účastníci ich riešia samostatne a objavujú pritom možnosti stavebnice aj programovania robotického modelu, ale zadanie nie je dostatočne otvorené na to, aby sme ho mohli označiť za konštrukcionistické.

Ďalším zaujímavým zadaním je **aktivita zameraná na komunikáciu medzi viacerými NXT kockami** a je viac orientovaná na programovanie než projekt Výtah. Dá sa realizovať hneď, ako účastníci zvládnu základy programovania v niektorom jazyku a je potrebné mať postavené robotické modely v niektorom zo základných tvarov. NXT kocky majú bluetooth zariadenie, pomocou ktorého sa môžu medzi sebou spojiť a posilať alebo prijímať rôzne správy. Proces spojenia dvoch kociek je bohužiaľ veľmi neintuitívny a preto je takmer nevyhnutné prejsť ho podrobne, krok za krokom spolu s účastníkmi. Treba si dávať pozor na to, že NXT kocka, ktorá sa pripája k inej kocke, je potom tá, ktorá posila správy a nie naopak - v tejto súvislosti vznikajú chyby a problémy, ktoré majú iba málo spoločné s riadením robota, preto ich nepovažujeme za produktívne pre učenie sa. Nastavenie spojenia dvoch NXT kociek sa nám osvedčilo explicitne frontálne (**inštrukcionisticky**) vysvetliť a zároveň predvádzať, prípadne si pomôcť obrázkami.

Ak sú kocky spojené, účastníci si vyskúšajú naprogramovať jednoduchú úlohu, kde jedna z kociek vysiela správu obsahujúcu nejaké slovo a druhá kocka zobrazí toto slovo na displeji. Riešenie je pomerne triviálne a slúži ako test spojenia kociek. Potom sa riešenie vylepší tak, aby prvá kocka posielala informáciu o tom, ako sa má pohybovať autíčko. Druhá kocka správy prijíma a robot sa pohybuje podľa toho, čo správa obsahuje.

Tím A	Vaša NXT kocka je diaľkový ovládač. Napíšte program, ktorý bude odosielať správy podľa toho, aké tlačidlo bolo na riadiacom paneli NXT kocky stlačené.
Tím B	Vaša NXT kocka je autíčko. Vytvorte program na prijatie správ a riadte podľa nich smer pohybu vášho robota.
Oba tímy	Dohodnite sa na tom, v ako tvare budú správy. Zamyslite sa aj nad tým, ako by malo autíčko reagovať tak, aby sa dobre ovládalo na závodnej dráhe - auto musí chodiť dostatočne rýchlo, ale musíte ho aj vedieť v správnej chvíli otočiť, aby nenarazilo do okrajov.

Výsledné programy využívajú cyklus, podmienku, reakciu na tlačidlá NXT kocky a bloky pre pohyb robota. Existuje niekoľko dobrých riešení s premennými aj bez premenných. Najbežnejšie riešenie pre prijímajúcu kocku obsahuje niekoľko vnorených podmienok riešiacich rôzne prichádzajúce správy. Aj keď niektoré správy sa pri tomto riešení stratia, autíčko sa dá ovládať a považujeme to za správne riešenie. Podporujeme účastníkov v tom, aby hľadali svoje vlastné riešenie, ktoré sa im javí ako najzmyslupnejšie. Hľadáme spolu s nimi chyby a konštruktívnym dialógom ich nabádame, aby sami pochopili, čo im v programe nesedí a opravili si to.

Táto aktivita môže končiť súťažou, kde jednotlivé tímy spolu pretekajú na zostavenej dráhe, ktorú treba prejsť v čo najkratšom čase. Za narazenie do okraja dráhy sa udeľujú trestné sekundy. Záleží na tom, kto sa zúčastňuje kurzu - niektorí účastníci budú pretekaniu naklonení viac, niektorí menej. Je na vyučujúcom, aby zväžil vhodnosť záverečnej súťaže.

2.4 Voľné projekty

Poslednou a najdôležitejšou skupinou sú voľné projekty. Dobrým príkladom voľného projektu je **Strašidelný hrad**, ktorý podrobne popisujeme v [4] a [5]. Voľné projekty sú vo svojej podstate **konštrukcionistické** - umožňujú účastníkom realizovať ich vlastné nápady, pritom sa učia objavovaním a kolaboratívne medzi sebou. Dôležité je, že sa podieľajú aj na špecifikácii zadania. Pri zadávaní úloh tohto typu sa riadime niektorými odporúčaniami z článku popisujúceho princípy tvorivej robotiky pre každého [9]. Je dobré ukázať účastníkom hotové modely, ktoré spĺňajú zadanie, aby si lepšie vedeli predstaviť, čo sa dá v rámci neho vytvoriť. Ak nie je možné priniesť postavený model, dajú sa využiť aj fotografie alebo videá.

Konkretizácia zadania a dizajnu jednotlivých modelov je veľmi dôležitý proces, do ktorého vstupuje najmä hľadanie problémov, odhadovanie možností danej stavebnice a programovacieho jazyka. Je prínosné, ak začiatčovníkom pomáha vyučujúci. Vhodným prostriedkom sa ukázala byť riadená diskusia, pri ktorej vyučujúci kladie doplňujúce otázky a snaží sa podrobnejšie rozobrať realizáciu modelu z daných prostriedkov. Nereálne predstavy o funkčnosti modelu môžu spôsobiť ťažkosti pri pokuse o jeho realizáciu a stratu času, čo môže byť tiež hodnotný zážitok a produktívna situácia pre učenie sa, ale nemyslíme si, že by bola nutná k tomu, aby sa účastníci našich kurzov naučili so stavebnicou pracovať, preto sme sa snažili takéto situácie minimalizovať. Pri riadenej diskusii vystupuje vyučujúci v roli koordinátora a zachováva sa tak **konštrukcionistický** dizajn vyučovania.

Riešenie komplexného otvoreného projektu zahŕňa v sebe konštrukciu a mechaniku modelu, jeho programovanie a môže byť obohatené aj o umelecký dizajn (napr. vytváranie kostýmu pre robota, tvorbu kúl a rekvizít - pozri. napr. projekt **Strašidelný hrad** popísaný v [5], kreatívne využitie LEGO dielov a postavičiek, ...).

Pri zadávaní tém voľných projektov sa opäť inšpirujeme najmä zásadami robotiky pre každého (pozri v [9]) a snažíme sa vyberať také námety, ktoré budú dostatočne otvorené a umožnia naplno využiť fantáziu a tvorivosť, ale na druhej strane poskytnú aj dostatočnú inšpiráciu pre tých, ktorí by si nevedeli svoj projekt vymyslieť bez zadania.

Projekt Vesmír
Tvorcovia sci-fi príbehov zaplnili náš vesmír (ktorý sa inak zdá byť úplne tichý, prázdny a neobývaný) množstvom zaujímavých bytostí a udalostí, ktoré by sa mohli odohrať, ak by bolo možné výrazne posunúť technologické hranice. Pridajte sa k nim a vytvorte aj vy kúsok z fiktívnej vesmírnej reality! Vyberte si jednu z možností alebo vymyslíte svoj vlastný originálny projekt:
Prieskumné zariadenie: Postavte a naprogramujte robotické prieskumné zariadenie, ktoré by bolo schopné <ul style="list-style-type: none">• samostatne sa pohybovať po priestore,• obchádzať prekážky, meniť smer, ak treba.• Nikde sa nezasekne, vždy musí nájsť cestu, ako ďalej prehľadávať priestor.• V pravidelnom intervale bude vysielat' dohodnutý svetelný signál.
Vesmírna loď: Postavte a naprogramujte vesmírny dopravný prostriedok, ktorý bude: <ul style="list-style-type: none">• chodiť po štartovacej dráhe so zvyšujúcou sa rýchlosťou,• kontrolovať hladinu zvuku a intenzitu svetla v kabíne a signalizovať stav,• mať zaujímavý dizajn s odôvodnením funkčnosti.• Napište na stránku krátky príbeh o posádke lodi a misii, na ktorú sa práve ide vydať.
Mimozemská bytosť: Postavte a naprogramujte model mimozemskej bytosti, ktorá bude: <ul style="list-style-type: none">• zaujímavovo vyzerat' (zapojte fantáziu),• bude sa pohybovať (napríklad otáčať hlavou, hýbať končatinami), pohybom môže reagovať na vstupy zo senzorov, vydávať zvuky.• Napište na stránku krátky popis vášho mimozemského druhu, aké sú jeho vlastnosti, kde žije a podobne.
Robot-pomocník: Postavte a naprogramujte robota, ktorý by sa hodil do domácnosti v mimozemskej kolónii. <ul style="list-style-type: none">• Robot dokáže: pohybovať sa po domácnosti - odrážať sa od stien, obchádzať prekážky,• reagovať na (zvukový) pokyn a niečo vykonať,• zbierať odpadky.• Dizajn robota by mal zodpovedať použitiu v domácnosti.

Nazdávame sa, že by bolo možné vyučovať edukačnú robotiku iba prostredníctvom otvorených projektov, kde by sa neriešili žiadne uzatvorené úlohy. Táto koncepcia sa často objavuje vo voľnočasových aktivitách (napr. [9], [11]). Otvorený dizajn kurzu by si však zrejme vyžadoval väčšie množstvo času a hlbšiu spoluprácu vyučujúceho a účastníkov (to znamená aj menej účastníkov, ideálne jeden tím na jedného vyučujúceho - podobne ako je to pri príprave na First LEGO League), aby boli splnené zadané vzdelávacie ciele kurzu. Uvažujeme o experimentálnom overení tejto alternatívy.

3 OBVYKLÉ OMYLY A Miskoncepcie pri programovaní robotov

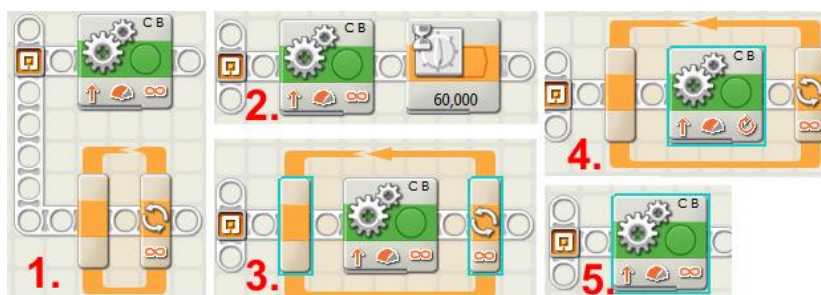
Programovanie robota je odlišné od textového programovania aplikácií, s ktorým sa účastníci stretávajú na iných predmetoch. Z toho vyplýva aj niekoľko často sa opakujúcich omylov a miskoncepcií, ktoré sa objavujú pri prvých uzatvorených úlohách:

Otáčky motora nie sú to isté ako uhol otočenia celého robota. Študenti ale aj učitelia z praxe (a zrejme aj žiaci) intuitívne nastavujú parameter pre trvanie otáčania motorov tak, ako keby predstavoval uhol otočenia celého robota. Nikde

v programe však nie je možné povedať robotovi, o aký uhol sa má celý otočiť (na rozdiel od logovskej korytnačky). Parameter pre blok pohybu „Move > Duration: Degrees“ (Pohni > Trvanie: Otáčky) predstavuje v skutočnosti uhol otočenia motora, kde 360° je jedna celá otáčka motora. K tomuto omylu prispieva aj to, že v režime NXT kocky existujú jednoduché príkazy Doprava a Doľava, ktoré otočia celého robota v príslušnom smere.

Účastníci dokážu identifikovať problém, ale význam jednotlivých nastavení bloku „Move“ (Pohni) im často musíme explicitne vysvetliť. Tento problém je spojený aj s tým, že robot sa nepohybuje úplne presne - môže to spôsobiť nerovná podlaha, jeden motor je trochu pomalší, senzory môžu byť nesprávne skalibrované a pod. - niekedy je ťažké odhadnúť, či robot prešiel takú dráhu, akú mal v programe. **Riešenie:** striehnuť na prvé problémy s pevným nastavením pohybu robota a podať vysvetlenie nastavení bloku „Move“ (Pohni). Odporúčame venovať takejto aktivite dostatok času, aby si účastníci sami mohli skúšať a testovať, čo jednotlivé nastavenia robia. Je dobré nechať ich objavovať a explicitné vysvetlenie podať, iba ak si naozaj nevedia rady. Túto situáciu teda riešime **konštruktivisticky**.

Pohyb donekonečna a nastavenie trvania pohybu na „Unlimited“ (Neobmedzený). Jedným z prvých nápadov, ktoré si chce veľa účastníkov vyskúšať, je, aby robot jednoducho išiel stále dopredu bez ohľadu na čokoľvek. Intuitívne teda nastaví trvanie pohybu na hodnotu „Unlimited“ (Neobmedzený), pozri program 5 na Obr. 3. Toto nastavenie však znamená niečo iné - príkaz zapne motory s požadovanými nastaveniami, ale na nič nečaká a hneď sa vykoná ďalší príkaz. Ak v programe nenásleduje žiaden príkaz, program skončí a robot okamžite zastaví. Do programu je teda potrebné umiestniť cyklus, ktorý by neustále dookola opakoval príkaz pohybu (program 3 na Obr. 3).



Obr. 3: Rôzne verzie pohybu „donekonečna“

Veľakrát je však zadanie postavené inak - robot má reagovať na senzory alebo iné udalosti. Vtedy umiestňujeme za príkaz neobmedzeného pohybu blok „Wait“ (Čakaj). Blok môže čakať na nejakú hodnotu nameranú konkrétnym sensorom, môže čakať na stlačenie tlačidla, alebo napríklad na uplynutie určitého počtu sekúnd (program 2 na Obr. 3). V tomto okamihu sa akoby vykonávajú dva príkazy súčasne - motory bežia a program čaká na uplynutie šesťdesiatich sekúnd. **Riešenie:** Blok „Move“ (Pohni) s nastavením „Unlimited“ (Neobmedzený) je zrejme lepšie predstaviť účastníkom ako príkaz, ktorý zapne motory s požadovanými nastaveniami, tie bežia, pokiaľ sa nemá vykonať niečo iné. Použitie bloku „Move“ a jeho nastavenia je možné frontálne explicitne (**inštrukcionisticky**) vysvetliť a predviesť riešený príklad, čo môže zlepšiť porozumenie, ale neodstráni to pravdepodobne výskyt všetkých chýb súvisiacich s tou miskoncepciou. Nazdávame sa, že skutočný problém spočíva v tomto prípade v nešťastnom pomenovaní daného nastavenia.

Ďalší zaujímavý jav, ktorý sme spozorovali, je **vynechávanie príkazového bloku na opakovanie** („Loop“). Účastníci veľmi často naprogramovali sekvenciu príkazov, ktorá bola sice správna, ale program sa vykonával iba raz, čo vo väčšine prípadov pri programovaní robota nemá zmysel - potrebujeme, aby sa program neustále opakoval, ak chceme, aby robot napr. reagoval na vstup zo sensorov. Takáto chyba sa vôbec nevyskytuje pri klasickom textovom programovaní (napríklad v jazyku Pascal). Domnievame sa preto, že súvisí výlučne s povahou udalosťami riadeného programovania robotických modelov.

3.1 Užitočné tipy

Častokrát nám pri hľadaní chýb pri nefunkčnom alebo nesprávne fungujúcom robotovi pomôžu nasledujúce kroky (viac pozri v [7]):

Krok A	Overte zapojenie káblov. Sú káble pevne nasunuté do koncoviek? Do ktorého portu je zapojený senzor, ktorý nepracuje správne? Je číslo portu rovnaké, ako uvádza program?
Krok B	Overte, aké hodnoty meria senzor. Všimnite si, že ikonka bloku Sensor ukazuje aktuálne hodnoty zachytené sensorom.
Krok C	Kalibrujte senzory v prípade potreby. Zvukový a svetelný senzor môžete kalibrovať pomocou ponuky Tools – Calibrate.
Krok D	Skontrolujte, či žiaci nahrali do kocky poslednú verziu programu. Pre istotu by ju mali pred vami nahrať ešte raz.
Krok E	Otestujte robota v rôznych podmienkach. Zistite, či sa robot rovnako správna pri rôznej svetelnosti, na rôznych povrchoch či v blízkosti prekážok.

Krok F	Hľadajte chybu v programe. Nechajte žiakov vysvetliť, čo robia jednotlivé bloky. Nezriedka pritom sami odhalia, v čom tkvie problém. Skontrolujte spojenie blokov obsahujúcich prácu s premennými.
---------------	---

Chybám môžeme čiastočne predchádzať. Pri programovaní vedíme účastníkov k tomu, aby

- si problém vedeli rozčleniť na menšie, ľahšie zvládnuteľné časti (túto schopnosť určite využijú aj mimo informatiky),
- používali výstižné názvy – premenných či súborov,
- sa snažili najskôr problém riešiť samostatne a hľadali rôzne spôsoby riešenia.

4 DIDAKTIKA EDUKAČNEJ ROBOTIKY

V školskom roku 2010/11 sme pripravili dva kurzy zamerané na didaktiku robotických stavebníc:

- kurz pre študentov učiteľstva, ktorí už absolvovali základný seminár zameraný na stavbu robotických modelov a ich programovanie a
- kurz pre učiteľov z praxe v rámci projektu „Ďalšie vzdelávanie učiteľov základných škôl a stredných škôl v predmete informatika“.

Kým na kurz pre študentov učiteľstva je určený celý semester - t.j. asi 18 hodín, dotácia kurzu pre učiteľov bola 8 hodín. Z tohto dôvodu sme nemohli zahrnúť do kurzu pre učiteľov žiadne veľké projekty, ktorým sme so študentmi venovali pomerne veľa času.

1.4. Obsah materiálu pre učiteľov z praxe

Materiál, ktorý vznikol pre tento kurz [7] pokrýva niekoľko vybraných tém, o ktorých sa domnievame, že patria do didaktiky robotických stavebníc.

<i>Kapitola</i>	<i>Podkapitoly</i>	<i>Komentár</i>
1 Konštrukcionizmus v edukačnej robotike	Konštrukcionizmus Robotika pre všetkých Rôzne prístupy k vyučovaniu robotiky Edukačná robotika	V tejto kapitole sme pripomenuli, čo je to konštrukcionizmus a predstavili sme jeho princípy, ktoré sa využívajú práve na vyučovaní s robotickými stavebnicami. Predstavili sme rôzne prístupy k vyučovaniu robotiky a pokúsili sme sa definovať, čo je to edukačná robotika.
2 Robotické stavebnice: problémy a časté chyby	Navrhujeme robota Programujeme robota Pokročilé programovanie a jeho osobitosti Testujeme robota Užitočné typy Organizácia práce Hodnotenie a uzatváranie aktivít a projektov	Druhá kapitola podrobne preberá chyby, ktorých sa účastníci často dopúšťajú v rôznych etapách robotických projektov. Zosumarizovali sme postupy riešenia niektorých situácií a zdôraznili sme niektoré aspekty programovania robotických stavebníc, ktoré sú odlišné od iného programovania. Zaoberali sme sa aj organizáciou hodín s robotickými stavebnicami a hodnotením projektov.
3 Konštruovanie a technické zručnosti	Páka Prevody ozubených kolies – súkolia Kladka Stabilita	Táto kapitola sa venuje niektorým základným princípom konštrukcie modelov. Vyučovali sme ju prakticky - účastníci stavali z LEGO dielikov zadané konštrukcie.
4 Edukačná robotika na informatike	Vzdelávacie ciele a cieľové kompetencie predmetu informatika Typy aktivít s robotickou stavebnicou	Postupne sme prešli cez vzdelávacie ciele predmetu informatika a na ukázkových úlohách sme ilustrovali, ako sa dajú naplňať pomocou robotických stavebníc.
5 Medzipredmetové aktivity s robotickými stavebnicami	Jazyk a komunikácia Umenie a kultúra Človek a spoločnosť Človek a hodnoty Človek a príroda Človek a svet práce Zdravie a pohyb Matematika a práca s informáciami	V tejto kapitole sme predstavili aktivity s robotickými stavebnicami, ktoré sa svojou témou a obsahom týkajú aj iných predmetov a oblastí. Medzipredmetové aktivity majú svoje výhody a sú zaujímavé, ale na druhej strane sa môže ľahko stať, že prílišná komplexnosť zadania neumožní účastníkovi, aby sa niečo naozaj naučil - učiteľ by mal podobne ako pri projektovom vyučovaní starostlivo zvážiť všetky aspekty aktivity.
6 Robotické súťaže	Súťaže na Slovensku a v okolitých krajinách First LEGO League (FLL)	Predstavili sme niekoľko robotických súťaží, ktorých sa môžu zúčastniť žiaci našich škôl a podrobnejšie sme sa zaoberali súťažou First LEGO League, pretože je pravdepodobné, že práve učiteľ informatiky sa stane trénerom tímu, ktorý sa chce súťaže zúčastniť.

Účastníci vzdelávania prejavili o didaktiku robotických stavebníc záujem a ocenili najmä možnosť vyskúšať si riešenie niektorých úloh zo súťaže FLL na skutočnej hracej ploche, ktorú sme im dali k dispozícii.

1.5. Obsah kurzu pre študentov učiteľstva

Na seminári pre študentov učiteľstva sme mali k dispozícii viac času, preto sme sa dlhšie venovali robotickým súťažiam - účastníkov sme nechali riešiť viacero úloh zo súťaže FLL. Pri tom opäť mohli využiť skutočné ihrisko z roku 2010 a rekvizity, ktoré sa na súťaži naozaj používajú. Zaradili sme aj veľký projekt, ktorého realizácia trvala päť týždňov.

Téma	Komentár
1 Konštrukcionizmus, edukačná robotika a informatika	Na úvodnej hodine sme diskutovali o konštruktivizme, spolu sme sa pokúsili definovať edukačnú robotiku a jej uplatnenie na informatike aj iných predmetoch. Študenti učiteľstva mali na tieto témy už pomerne vyhranené názory a aktívne sa zapájali do diskusie.
2 Robotické stavebnice na informatike a na iných predmetoch	Pokračovali sme ďalšími diskusiami o detskom programovaní, o vhodnosti rôznych jazykov, o zaradovaní robotiky do informatiky a ďalších predmetov a rôznych úlohách, ktoré naplňajú ciele týchto predmetov.
3 Konštruovanie a technické zručnosti	Jeden seminár sme venovali mechanike a technickým konštrukciám. Obsah bol podobný ako v prípade kurzu pre učiteľov z praxe. Opäť sme nechali účastníkov, aby sami skladali niektoré konštrukcie z LEGO dielov. Zaradenie tejto témy do didaktiky edukačnej robotiky je otázne - mal by ju pokrývať predmet Technická výchova, ktorý nie je našim oborom. Tému sme sa rozhodli zaradiť z toho dôvodu, že dizajn robotického modelu je nedielnou súčasťou jeho tvorby a je to aj hodnotená kategória na súťažiach. Jedným z dôvodov bolo aj to, že takéto aktivity a informácie boli pre účastníkov novinkou.
4-6 Robotické súťaže (1. - 3. časť)	Počas troch týždňov sme sa venovali rôznym robotickým súťažiam a zamerali sme sa opäť na súťaž FLL, ktorej sa niektorí študenti zúčastnili aj ako diváci. Riešili sme na hracom pláne niektoré úlohy a budúci učitelia si postupne uvedomovali obťažnosť úloh a zisťovali, aké sú efektívne stratégie na ich riešenie.
7-11 Projekt (1. - 5. časť)	Projekt spočíval v tom, že študenti mali navrhnúť zadanie pre žiakov. Pomocou predpripraveného hárku mali projekt podrobne popísať - a to včítane motívácie, zoznamu pomôcok, odhadovaného času a pod. Sami mali postaviť jeden ukázkový model, ktorý potom odfotografovali alebo natočili na video. Hotové zadania si jednotlivé tímy medzi sebou vymenili a pokúsili sa vytvoriť svoj vlastný model, ktorý by toto zadanie splňal. Tímy si navzájom medzi sebou zadania aj ohodnotili. Na záver sme predvádzali všetky modely a diskutovali o ich realizácii ale aj o tom, ako takéto zadania pripravovať.

Na záver sme urobili s účastníkmi diskusiu o obsahu a priebehu kurzu. Vyjadrili spokojnosť s tým, čo sa v priebehu naučili, ale vadilo im, že na začiatkových hodinách sa vôbec nerobilo so stavebnicami a uvítali by pestrejšie striedanie aktivít v priebehu semestra.

ZÁVER

V článku sme vymedzili predmet edukačnej robotiky a naznačili sme, čím sa odlišuje od inžinierskej robotiky. Popísali sme niekoľko oblastí, ktoré edukačná robotika svojimi aktivitami pokrýva a aké kompetencie je možné pomocou nich rozvíjať.

Uviedli sme kategorizáciu úloh, ktoré sme na našich kurzoch zadávali a hľadali sme, kde sa v nich dá uplatniť konštruktivistický a konštrukcionistický prístup. Uviedli sme aj niekoľko vybraných omylov, ktorých sa účastníci často dopúšťajú a naznačili, ako ich možno odstrániť, alebo obmedziť. Uviedli sme aj užitočné tipy pre riešenie častých problémov v aktivitách s robotickými stavebnicami.

Nakoniec sme popísali dva kurzy o didaktike robotických stavebníc, ktoré boli určené študentom učiteľských odborov a učiteľom z praxe.

LITERATÚRA

- [1] Carnegie Mellon Robotics Academy: Introduction to Robotics. 2006. [online]. Dostupné na [www](http://www.education.rec.ri.cmu.edu) [cit. 10.2.2011]: <<http://www.education.rec.ri.cmu.edu>>
- [2] KABÁTOVÁ, M. 2010. Konštrukcionistický prístup vo vyučovaní robotiky v príprave budúcich učiteľov : dizertačná práca. Bratislava : Univerzita Komenského, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, 2010. Dostupné na [www](http://edi.fmph.uniba.sk/~kabatova/clanky/kabatova_dizertacna2010.pdf) [cit. 10.2.2011]: <http://edi.fmph.uniba.sk/~kabatova/clanky/kabatova_dizertacna2010.pdf>
- [3] 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
- [4] KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2010a. Edukačná robotika pre prvý stupeň a budúci učitelia. *Zborník príspevkov konferencie DidInfo 2010*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2010. s. 26. ISBN978-80-8083-952-9

- [5] KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2010b. Learning how to teach robotics. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*. Bratislava : Univerzita Komenského v spolupráci s American University of Paris, 2010. Dostupné na www [cit. 10.2.2011]: <http://edi.fmph.uniba.sk/~kabatova/clanky/kabatova_pekarova_lego_constructionism2010.pdf>
- [6] KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. 2010c. Lessons learnt with LEGO Mindstorms: from beginner to teaching robotics 1st Slovak-Austrian International Conference on Robotics in Education. Bratislava : FIT STU, 2010.
- [7] KABÁTOVÁ, M. - PEKÁROVÁ, J. - ONAČILOVÁ, D. 2011. Didaktika robotických stavebníc : 1.2 Vzdelávanie nekvalifikovaných učiteľov informatiky na 2. stupni ZŠ a na SŠ. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2011.
- [8] 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.
- [9] 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. 10.2.2011]: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/NewPathwaysRoboticsLLK.pdf>>
- [10] 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. 10.2.2011]: <<http://www.sci.brooklyn.cuny.edu/~sklar/papers/aaaiss04-mentor.pdf>>
- [11] STAGER, G. S. 2010. A Constructionist Approach to Teaching with Robotics. CLAYSON, J. - KALAS, I. (Eds.) *Proceedings of Constructionism 2010*. Bratislava : Univerzita Komenského v spolupráci s American University of Paris, 2010.

AUTORI

KABÁTOVÁ, MARTINA, PAEDDR., PHD.,

Katedra základov a vyučovania informatiky,
 Fakulta matematiky, fyziky a informatiky,
 Univerzita Komenského v Bratislave
 Mlynská dolina
 842 48 Bratislava
 martina.kabatova@gmail.com

Pod'akovanie: Tento text vznikol s podporou agentúry VEGA MŠ SR, projekt č. 1/0602/10.