

**Univerzita Karlova v Praze**

**Pedagogická fakulta**

**Katedra informačních technologií a technické výchovy**

# **RIGORÓZNÍ PRÁCE**

**Využití edukačně robotických sad ve vzdělávacím procesu  
na základních a středních školách**

**Use of the educational robotics kits in education at primary and secondary  
schools**

**Daniel Tocháček**

Konzultant práce: PhDr. Jakub Lapeš

Studijní program: Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro ZŠ a SŠ

Studijní obor: Informační a komunikační technologie

**2015**

**Univerzita Karlova v Praze**

**Pedagogická fakulta**

**Využití edukačně robotických sad  
ve vzdělávacím procesu  
na základních a středních školách**

**Daniel Tocháček**

Katedra informačních technologií a technické výchovy

Vedoucí práce: PhDr. Jakub Lapeš

**PRAHA**

**2015**

Prohlašuji, že jsem práci na téma Využití edukačně robotických sad ve vzdělávacím procesu na základních a středních školách vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného osvědčení.

V Praze dne: .....

Podpis: .....

**NÁZEV:**

Využití edukačně robotických sad ve vzdělávacím procesu na základních a středních školách

**AUTOR:**

Daniel Tocháček

**KATEDRA:**

Katedra informačních technologií a technické výchovy

**VEDOUcí PRÁCE:**

PhDr. Jakub Lapeš

**ABSTRAKT:**

Práce je orientována do sféry implementace vzdělávacích technologií do výukového procesu. Konkrétně se zaměřuje na využití specifických didaktických prostředků – edukačně robotických sad – při výuce na základních a středních školách. Předmětné problematice se práce věnuje jak v rovině teoretické, když se zabývá oblastmi robotiky, edukační robotiky, konstruktivismu a konstrukcionismu, tak v rovině praktické prostřednictvím podrobné charakteristiky dostupných materiálních prostředků a metodiky jejich využití při vzdělávání. Oba pohledy na danou problematiku reflektuje formální uspořádání práce na teoretickou a praktickou část. Část teoretická se opírá především o informační zdroje a primární a sekundární prameny, které byly podrobeny důkladnější analýze. Praktická část práce vychází z realizovaných výukových aktivit autora práce s konkrétními materiálními nástroji využívanými v rámci průběžně konaných edukačně robotických projektů a kurzů, jakož i z aplikace empirických kvalitativních metod, zejména modelové experimentální výuky a dlouhodobějšího ověřování metodiky a výukových strategií edukační robotiky.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

Edukační robotika, robotika, vzdělávací technologie, ICT, vzdělávání

**TITLE:**

Use of the educational robotics kits in education at primary and secondary schools

**AUTHOR:**

Daniel Tocháček

**DEPARTMENT:**

Department of Information Technology and Education

**SUPERVISOR:**

PhDr. Jakub Lapeš

**ABSTRACT:**

The aim of the final work is to describe implementation of educational technology in to the teaching process. It focuses on the use of specific teaching resources - educational robotics kits - for teaching at primary and secondary schools. The final work is aimed at two parts - on the theoretical level, when dealing with areas of robotics, educational robotics, constructionism and constructivism and at the practical level through the detailed characteristics of available resources and methods of use of educational robotics kits in education. Both views on the issue reflects formal arrangement of final work on theoretical and practical (empirical) part. Theoretical part is mainly based on information sources and primary and secondary resources, which were subjected to detailed analysis. The practical (empirical) part is based on the author's educational activities - undertaken work with specific material instruments used in the context of continuously held educational robotics projects and courses, as well as the application of empirical qualitative methods, including experimental model of teaching and longer-term verification methodologies and teaching strategies used in the field of educational robotics.

**KEYWORDS:**

Educational robotics, robotics, educational technology, ICT

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ROBOTIKA, ROBOTIZACE</b> .....	<b>4</b>
ROBOTIKA A ROBOTIZACE – ZÁKLADNÍ POJMY, ODVĚTVÍ A TRENDY.....	4
<b>3. EDUKAČNÍ ROBOTIKA</b> .....	<b>10</b>
EDUKAČNÍ ROBOTIKA – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA .....	10
KONSTRUKTIVISMUS A KONSTRUKCIONISMUS.....	11
<b>4. HW A SW PODPORA EDUKAČNÍ ROBOTIKY</b> .....	<b>14</b>
HARDWAROVÁ PODPORA EDUKAČNÍ ROBOTIKY .....	14
SOFTWAREVÁ PODPORA EDUKAČNÍ ROBOTIKY .....	18
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>20</b>
<b>5. VYUŽITÍ APLIKACE LEGO DIGITAL DESIGNER V EDUKAČNÍ ROBOTICE</b> .....	<b>20</b>
OBECNÁ CHARAKTERISTIKA APLIKACE .....	20
INSTALACE A OVLÁDÁNÍ .....	20
PRÁCE S PROGRAMEM, ŽÁKOVSKÉ A STUDENTSKÉ AKTIVITY.....	21
<b>6. IMPLEMENTACE EDUKAČNĚROBOTICKÝCH SAD LEGO MINDSTORMS NXT DO VZDĚLÁVÁNÍ NA ZŠ A SŠ26</b>	
ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU LEGO MINDSTORMS NXT .....	26
VYUŽITÍ SADY LEGO MINDSTORMS NXT V ŽÁKOVSKÝCH A STUDENTSKÝCH PROJEKTECH .....	26
<b>7. LEGO MINDSTORMS NXT – ALGORITMIZACE A PROGRAMOVÁNÍ SYSTÉMU BĚHEM EDUKAČNÍHO PROCESU</b> .....	<b>32</b>
OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PROSTŘEDÍ V KONTEXTU S EDUKAČNĚ ROBOTICKÝMI PROJEKTY.....	32
INSTALACE, OVLÁDÁNÍ, POSLOUPNOST ŽÁKOVSKÝCH A STUDENTSKÝCH ČINNOSTÍ.....	33
PRÁCE S PROGRAMEM, ALGORITMIZACE A PROGRAMOVÁNÍ V RÁMCI ŽÁKOVSKÝCH A STUDENTSKÝCH PROJEKTŮ.....	34
<b>8. NÁVRH KONCEPCE EDUKAČNĚ ROBOTICKÝCH VZDĚLÁVACÍCH AKTIVIT A MODELOVÉHO SCÉNÁŘE PROJEKTOVÉ VÝUKY / KURZU EDUKAČNÍ ROBOTIKY</b> .....	<b>49</b>
OBECNÁ CHARAKTERISTIKA.....	49

PLÁN VÝUKOVÝCH SETKÁNÍ.....	49
NÁVRH INDIVIDUÁLNÍHO ŽÁKOVSKÉHO / STUDENTSKÉHO EDUKAČNĚ ROBOTICKÉHO PROJEKTU.....	51
METODICKÁ DOPORUČENÍ .....	53
<b>9. OVĚŘENÍ NÁVRHU KONCEPCE EDUKAČNĚ ROBOTICKÝCH VZDĚLÁVACÍCH AKTIVIT PROSTŘEDNICTVÍM REALIZACE VÝZKUMNÉHO PROJEKTU .....</b>	<b>60</b>
<b>10. ZÁVĚR .....</b>	<b>72</b>
<b>POUŽITÉ ZDROJE.....</b>	<b>74</b>

## 1. Úvod

Tradiční pojetí výukového procesu, které je založeno na předávání víceméně hotových poznatků učitelem žákovi, pravděpodobně stále na našich školách výrazně převažuje nad jinými koncepty. Existuje řada případů, v nichž má jistě tento princip plné opodstatnění a není ani žádoucí hledat k němu odpovídající alternativu. Jsou však také situace, při kterých je vhodné, je-li to možné, provést modifikaci vztahu mezi učitelem a žákem. Tyto situace dovolují změnit náš pohled na roli obou účastníků tohoto vztahu, zejména s ohledem na jejich aktivitu během vzdělávání.

Doposud převážně jednosměrně orientovaný vztah mezi učitelem a žákem založený u tradičního přístupu na principu nadřazenosti a podřazenosti střídá při aplikaci alternativního pojetí vyvážené partnerství mezi kolegy. Mění se role účastníků vzdělávacího procesu a rovněž míra aktivity, kterou vykazují. Roste především iniciativa žáků. Žáci se sami propracovávají ke znalostem a učitelé jsou jejich průvodci, rádci a organizátory jejich činností. Takováto změna poměrů je typická, mimo jiné, pro výuku vycházející z teorie konstruktivismu. Žák podle této teorie sám aktivně konstruuje své znalosti na základě informací a zkušeností, jež postupně získává během života. Tento názor hlouběji rozvíjí teorie konstrukcionismu, která identifikuje nejefektivnější způsob konstrukce žákovských znalostí v sérii návazných praktických činností žáků vedoucích k vytvoření reálného, pro ně atraktivního produktu.

Pro oblast výukového využití technologií jsou teorie konstruktivismu a konstrukcionismu obzvlášť nosné. Právě v této sféře se totiž aktivity žáků velmi často orientují na realizaci různých praktických činností, jejichž výsledkem je konkrétní produkt, a při kterých žáci sami konstruuji své znalosti. Podmínkou úspěšného průběhu konstruktivisticky pojaté výuky je její kvalitní organizační zajištění ze strany učitele vycházející ze znalosti všech aspektů tohoto konceptu. Je tedy pochopitelné, že při přípravě budoucích učitelů technické a informační výchovy věnujeme konstruktivisticky pojaté výuce odpovídající pozornost. Jako zvláště užitečné se nám, v souvislosti s vazbou na praktické využití na školách, jeví propojení teorie konstruktivismu a konstrukcionismu se sférou robotiky.



Závěrečná práce Využití edukačně robotických sad ve vzdělávacím procesu na základních a středních školách si klade za cíl poskytnout učitelům základních a středních škol, kteří hodlají při vzdělávání žáků a studentů na svých školách využít robotických sad, informace a metodickou podporu v podobě charakteristiky odpovídajícího návrhového, ovládacího a programovacího softwaru, hardwaru a návrhů pedagogických postupů pro implementaci edukační robotiky. Prostředky a nástroje, kterým se práce podrobně věnuje lze široce uplatnit ve školní praxi, a to buď komplexně v uceleném výukovém bloku (např. vyučovací předmět, dlouhodobý projekt, specializovaný kurz apod.) tematicky orientovaném primárně do oblasti robotiky nebo variantně v menších izolovaných výukových jednotkách s možností interdisciplinárního přesahu.

Hlavním cílem práce je zmapovat, popsat a komplexně metodicky podchytit edukační robotiku, kterou je možno vnímat jako specifický druh didaktického prostředku využitelného při vzdělávání na základních a středních školách. Hlavní cíl práce je dále rozvíjen a konkretizován v dílčích cílech, které byly formulovány takto:

- definovat a charakterizovat klíčové pojmy robotiky, edukační robotiky;
- vymežit teoretická východiska implementace edukačně robotických sad do výuky, zejména s přihlédnutím k významu konstruktivistických přístupů k edukaci a kooperativních metody výuky;
- navrhnout a zrealizovat projekt využití edukačněrobotických sad Lego ve výuce
- provést analýzu dat získaných v průběhu realizace vzdělávacího projektu edukační robotiky a zhodnoťte navrženou metodiku, jakož i využitelnost projektu ve výuce na základních a středních školách

Práce seznamuje čtenáře s teoretickými východisky edukační robotiky a následně ve velké míře především s konkrétními nástroji a prostředky umožňujícími realizaci robotických aktivit v praktické výuce. Po úvodní teoretické části se text zaměřuje na deskripci edukačně robotických didaktických nástrojů a na charakteristiku rozličných variant praktických činností s robotickými stavebnicemi. V této části práce jsou důkladně popsány běžně dostupné součásti robotických sad určených pro využití ve školách, tj. především konstrukční prvky, řídicí jednotky, motory, senzory, ale také další doplňkové

komponenty, jako jsou kupř. rozšiřující převodové, pneumatické a energetické systémy či měřicí a navigační senzory. Pozornost je věnována rovněž softwaru využívanému pro účely zhotovování návrhů robotů a tvorby programů pro roboty. Přílohu práce tvoří ukázka kontrolního listu robotického projektu a návrh metodiky praktických a tvůrčích činností žáků či studentů z oblasti edukační robotiky.

Pro účely této práce byla jako výchozí hardwarově – softwarová platforma vybrána řada produktů Mindstorms NXT od společnosti LEGO, a to především s ohledem na dostupnost, míru rozšíření, cenové parametry, propojitelnost s běžným ICT vybavením, přiměřenými nároky na znalosti a dovednosti (zejména manuální) uživatelů a velkou variabilitu využitelnosti v praxi. Většina produktů zmiňované řady vyžaduje od uživatelů jisté investice do hardwarového a softwarového vybavení. Zejména v rovině využitelného a dostupného návrhového, ovládacího a programovacího softwaru však lze najít řadu legálních bezplatných alternativ ke komerčnímu softwaru.

## **Teoretická část**

### **2. Robotika, robotizace**

#### **Robotika a robotizace – základní pojmy, odvětví a trendy**

Příběhy o umělých pomocnících a společnících mají dlouhou historii, ale první plně automatizovaný stroj se objevil až v 19. století.

První patent týkající se robotiky podal George Devol roku 1954. Jeho společnost Unimation byla první, která vyrobila průmyslového robota. Tento robot byl nasazen v praxi v roce 1961. Jeho hlavním účelem bylo přenášení objektů z jednoho místa na druhé a do humanoidního tvaru měl daleko. Unimation měl minimum konkurence až do konce 70. let, kdy do robotiky vstoupilo několik velkých japonských konglomerátů. Japonsko neuznávalo americké patentové právo a japonské patenty Unimation neměl, proto mohli vyrábět podobné roboty. Japonsko vede průmyslovou robotiku dodnes a vede i ve výzkumu. Dnes již existují humanoidní roboti na první pohled nerozlišitelní od člověka, i když inteligence a univerzality Asimovových robotů nedosahují.

Dnešní komerční a průmyslové roboty jsou obecně rozšířené, vykonávají práci levněji, přesněji a spolehlivěji než člověk. Jsou také využívány v pracích, kde je nečisto, hrozí případné nebezpečí nebo v pracích, které nejsou obecně pro člověka vhodné. Roboty se široce využívají ve výrobě, montážích, transpotech, vesmírném bádání, lékařství, vojenství, laboratořích a bezpečnosti.

Obecně lze robotiku<sup>1</sup> definovat jako „disciplínu o vytváření inteligentních strojů integrující několik vědeckých a inženýrských oblastí“. Rovněž jako „věda o robotech, jejich designu, výrobě a aplikacích“. Robotika úzce souvisí s elektronikou, mechanikou a softwarem. Z přesnějších definic lze vybrat následující:

---

<sup>1</sup> Tento název jako první použil spisovatel Isaac Asimov ve svých povídkách o robotech.

Brady, 1985 - robotika je inteligentním spojením mezi vnímáním a činností. McKerrow, 1986 - robotika je disciplína zahrnující: Návrh, výrobu, řízení a programování robotů. Použití robotů pro řešení úloh. Zkoumání řídicích procesů, senzorů, akčních členů a algoritmů u lidí, zvířat a strojů. Použití výše uvedeného pro návrh a použití robotů.

Robotiku lze členit podle mnoha kritérií. Nejdůležitější rozdělení je na průmyslovou a experimentální robotiku. Tato dvě odvětví se dále ještě specializují.

### **Teoretická robotika**

Hledá principy, možnosti a omezení (biologie, psychologie, etologie, matematika, fyzika).

### **Průmyslová robotika**

Navrhuje, staví a používá průmyslové roboty (teorie a instrumentace řízení, elektronika, strojírenské technologie, automatizace a organizace výroby, znalost konkrétní oblasti nasazení robotů). Termínem průmyslové roboty jsou označována ústrojí, která se vyznačují následujícími vlastnostmi:

Manipulační schopnost: Pomocí jedné nebo několika manipulačních paží (ramen) lze uchopit předmět, přemístit jej, provádět různé montážní úkony a úpravu předmětů.

Automatická činnost: Posloupnost úkonů je provedena automaticky podle předem zadaného programu bez dalšího zásahu člověka.

Snadná změna programu: Program není pevný, ale je zadáván člověkem a je možné jej kdykoli bez obtíží změnit.

Univerzálnost: Zařízení může sloužit k mnoha účelům, někdy dost rozmanitým.

Zpětná vazba: Kromě běžných mechanických (dotykových), tlakových a elektromagnetických čidel se u složitějších systémů počítá i s vizuální zpětnou vazbou.

Prostorová soustředěnost: Tato vlastnost není důležitá funkčně, ale může mít některé vedlejší výhody, např. možnost snadného transportu. Pro některé aplikace lze též požadovat, aby byl systém mobilní.

## **Experimentální robotika (systémy ruka-oko, mobilní roboty)**

Ověřuje principy, staví hračky (kybernetika, umělá inteligence, inženýrské disciplíny). Za první moderní experiment s robotem lze považovat připojení počítače k jinak ručně ovládanému manipulátoru, které bylo zrealizováno jako doktorská práce H. A. Ernsta v letech 1960 - 1961 na MIT. Vybaven dotykovými a fotooptickými čidly přímo v dlani, byl tento robot schopen vyhledat a zvednout libovolný předmět, předem položený na stůl.

V polovině šedesátých let byly zahájeny vědecké experimenty s roboty ve třech k tomuto účelu specializovaných laboratořích v USA (MIT, Stanfordově univerzita, Stanfordův výzkumný ústav), o něco později též ve Velké Británii (Edinburská univerzita) a na několika místech v Japonsku (laboratoře firem Hitachi a Mitsubishi, Elektrotechnická laboratoř v Tokiu, Wasedská univerzita a další).

## **Různá aplikovaná robotika**

Navrhuje různé inteligentní stroje pro průmysl i jinam. Např. stroje pro kontrolu kvality ve výrobě často vybavené schopností vidět, mobilní roboty se schopností autonomní navigace, atd.

V současné době rozeznáváme následující trendy v robotice:

Klasická robotika, aktuální po roce 1970 je charakteristická následujícími znaky: přesné modely. Roboty jsou bez senzorů. Reaktivní robotika, objevuje se po roce 1980 a nevyužívá modelů a využívá kvalitních senzorů. Hybridní robotika, známá již po roce 1990, se na vyšších úrovních řízení se opírá o modely a je reaktivní na nižších úrovních. Neurčitostní robotika, od cca roku 1990 dále se vyznačuje plynulou integrací mezi senzory a modely, ale také nepřesnými modely a senzory.

## **Robot**

Slovo robota bylo známo již v 17. století, ve významu otrocká práce poddaných. Mírně pozměněné jej poprvé ve významu stroj použil český spisovatel Karel Čapek v divadelní hře R.U.R. (1921) Slovo mu poradil jeho bratr Josef Čapek, když se ho Karel ptal, jak umělou bytost pojmenovat. Původně zamýšlený labor zněl autorovi příliš papírově.

Rovněž Golem, postava z hlíny oživitelná šémem, pochází z kabalistické legendy doložené od 12. století a je proslavená spojením s osobou pražského rabína Jehudou Löwem ben Bezelem, který působil v Praze na přelomu 16. a 17. století.

V češtině bylo původně slovo robot výhradně neživotné (podle vzoru les; množné číslo roboty). Pro inteligentní roboty (podobné člověku) se (obvykle ve vědeckofantastické literatuře) dnes běžně používá životné skloňování podle vzoru pán (množné číslo roboti). Neživotné skloňování se stále používá pro průmyslové a jiné člověku nepodobné roboty (příkladem je tzv. „kuchyňský robot“).

Robota lze definovat jako „stroj, který může být naprogramován k vykonávání různých činností“ (McKerrow, 1986). Robot je stroj pracující s určitou mírou samostatnosti, vykonávající určené úkoly, a to předepsaným způsobem a při různých mírách potřeby interakce s okolním světem a se zadavatelem. Robot je schopen své okolí vnímat pomocí senzorů, zasahovat do něj, případně si o něm vytvářet vlastní představu, model. Vnímáním světa nejenže může poznávat svět samotný, ale může také vyhodnocovat svůj vliv na něj a využívat tak zpětnou vazbu. Robot je fyzickou realizací obecnějšího pojmu agent (Multi-agent system, zkráceně MAS).

Identifikujeme následující důvody lidského zájmu o roboty:

Změření sil s přírodou (obrazně). Ověřit si, kam sahají naše tvůrčí schopnosti a pokusem o napodobení přírody proniknout do jejích zákonitostí. Snaha vyrobit dokonalého pomocníka, který by dokázal totéž či snad více než my sami (a na něhož by snad bylo větší spolehnutí).

Robotické systémy by měly zohledňovat jistá pravidla svého fungování, která se často ztotožňují s tzv. zákony robotiky<sup>2</sup>

1. Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby člověku bylo ublíženo.

---

<sup>2</sup> viz: Asimov, I. *Já, robot*. Praha, 2012. ISBN 978-80-257-0472-1.

2. Robot musí uposlechnout příkazů člověka, kromě případů, když jsou tyto příkazy v rozporu s prvním zákonem.
3. Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy je tato ochrana v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.

### **Dělení robotů**

Podle generace lze roboty dělit na: Roboty 1. generace - pracují na základě pevného programu. Roboty 2. generace - vybavené senzory a čidly, díky nimž reagují na okolní podmínky. Roboty je rovněž možné rozdělovat podle schopnosti pohybu na Stacionární – nemohou se pohybovat z místa na místo (například průmyslové manipulátory). Mobilní – mohou se přemisťovat (například vesmírné sondy a vozítka na Marsu). Nebo dále též dle pohybových možností, autonomie, účelu (boj, výroba, tiskárny a plotry, přeprava, průzkum), způsobu programování, atd.

Podle účelu, vzhledu, způsobu vzniku, schopností a dalších aspektů rozlišujeme tyto roboty: Manipulátor – stroj nemající vlastní inteligenci. Je ovládán na dálku. Kuchyňský robot – kombinace mixéru, hnětače a dalších kuchyňských strojů, obvykle provedený jako motorová jednotka s nástavci. Android – robot podobný člověku – obvykle se očekává biologické složení. Roboti v R.U.R. byli podle tohoto dělení androidi. Droid – jakýkoliv inteligentní a samočinný robot, jeho typem je i dron, tedy droid pracující jako dělník. Humanoid – robot podobný člověku principiální stavbou těla a zejména způsobem pohybu. Anthropomorfní - stroj, který se člověku přibližuje (napodobuje ho) buď fyzicky, způsobem pohybu, nebo naopak mentálně (např. HAL 9000). Kyborg (kybernetický organismus) – umělá bytost či mysl, biologické, přírodní tělo plně pod vládou stroje, skrze nějaké bio-kybernetické propojení. Naproti tomu opačný pól je živá, přírodní bytost či mysl s uměle upraveným tělem, např. obohaceným o mechanické či elektronické součástky, ze kterého v extrémním případě mohl zůstat i jen mozek (viz bionika), ale stále považovaná za člověka.

## **Autonomie robota**

Míra vlastní interakce stroje s okolím je dána mírou dynamiky stroje: Čím dynamičtější stroj je, tím přesnější povědomí o svém okolí potřebuje. A také potřebuje / dovolí o to méně zásahů lidské obsluhy. Z tohoto pohledu lze mluvit o různé autonomii stroje na člověku: Řízený stroj, přímé vedení, bez rozhodovací schopnosti, kromě člověka nepotřebuje interakci s okolím (např. výtah jede pouze při stisknutém tlačítku). Ovládaný stroj, vykonává činnost podle zadaného pokynu, logická rozhodovací schopnost, konečný automat (např. výtah zastaví až v požadovaném patře, inteligence s pamětí jednoho bitu, přídržné tlačítko). Regulovaný stroj, dosahuje cíle předem určeným způsobem, dosahuje cíle za různých podmínek různými cestami, analogové rozlišení míry intenzity jevu (např. výtah, při náhlé volbě nové cílové stanice těsně před ní, tuto raději přejede a vrátí se, nezastaví hned, takže cestující nepodklesnou v kolenou ani neposkočí s žaludkem v krku). Autonomní stroj, dosahuje cíle způsobem, který si zvolí (metodologie volby je však stále předepsána). Sice se stále může držet nejpřímější předpokládané cesty, ale nijak jí nepředpokládá, vždy si jí znovu ověřuje, a v případě překážek i sám hledá cestu k dosažení cíle, bez limitu vzdálenosti od původního přímého směru (např. algoritmus A\*). Inteligentní stroj, sám si volí cíle, člověka nepotřebuje, utopie: Hraniční výsledek oboru umělé inteligence.

## **Způsoby programování a učení**

Přímé programování je možné buď vedením robotova ramena (teach-in) nebo zadáváním povelů z ovládacího panelu. Nepřímé programování (off-line) – zadáváme prostorové křivky (získané z výkresů), popř. lze uplatnit též plánování (on-line) – obdobně jako předchozí, ale robot se přizpůsobuje měnícím se vnějším podmínkám (pomocí čidel)

## **Vnímání**

Pro získání informací o okolí využívají roboty různé senzory. Jde o senzory Dotykové, Pružinová tykadla s mikrosplínači na detekci jejich ohnutí. Existují i různé druhy distančních čidel, např. sonarová echolokace, laserové dálkoměry, vizuální senzory, prosté



kamery, stereo vidění, panoramatické kamery, hyperbolická zrcadla, radionavigace s triangulací, GPS.

### **3. Edukační robotika**

#### **Edukační robotika – základní charakteristika**

V předchozí kapitole jsme se seznámili se základními pojmy z oblastí robotiky, robotizace, řízení procesů a kybernetiky. Robotika jako samostatný vědní obor, jakož i její přímá aplikace do praxe zejména v plně automatizovaných průmyslových závodech případně na výrobních a montážních linkách, je valnou většinou běžné populace vnímána jako vysoce sofistikované a komplikované odvětví, vůči kterému je vhodné si udržovat jistý odstup. V poslední době však vrůstá počet různých iniciativ, které usilují o větší míru zpřístupnění tohoto oboru široké veřejnosti. Tento trend souvisí, mimo jiné, s rostoucím množstvím robotických zařízení, jež je možné využívat bez zvláštních znalostí a dovedností příslušného oboru. Robotické vysavače a elektroničtí domácí pomocníci, samočinné sekačky na trávu, další zahradní a kutilská technika, inteligentní a programovatelné robotické hračky pro děti i dospělé i řada jiných zde nezmíněných zařízení přibližují robotiku laikům.

Robotika nachází uplatnění i při vzdělávání, a to nejen v těch oblastech, ve kterých lze toto očekávat - např. strojní, elektrotechnické, kybernetické a ICT obory na středních a vysokých školách - ale také v těch sférách, kde by primárně její využití nemuselo být očekáváno - výuka běžných technologických, přírodovědných a variantně i humanitních předmětů na středních a základních školách). Robotická zařízení využívaná v edukační oblasti mohou plnit roli nástrojů rozvíjejících technické myšlení, představivost a tvořivost žáků, a to bez vazby na jednu úzce omezenou tematickou oblast, ale naopak se značným interdisciplinárním přesahem. Je však nutné zabezpečit provázání realizace činností prostřednictvím zvoleného technologického nástroje s adekvátním pedagogickým konceptem.

Edukační robotika je specifické odvětví robotiky úzce propojené s pedagogikou využívající robotů (robotických aktivit, robotických projektů atd.) jako prostředků plnění vzdělávacích cílů. Edukační robotika představuje silný a flexibilní vzdělávací nástroj s velkým motivačním faktorem, který umožňuje studentům prostřednictvím grafických nebo textových programovacích jazyků, řídit a kontrolovat chování hmotných modelů (robotů). Její potenciál spočívá rovněž v možnosti zapojit studenty do řešení projektových a problémově orientovaných vzdělávacích aktivit.

*charakteristické vlastnosti edukační robotiky:*

- vzdělávání (učení) s využitím robotů a současně o robotech
- využití robotů a robotiky jako prostředku pro získávání znalostí, popř. dovedností, zejména z oblasti přírodních a technických předmětů
- objevování technických, mechanických (inženýrských) a obecně též přírodních principů a zákonitostí prostřednictvím robotických aktivit a projektů

*vybrané argumenty pro využití edukační robotiky a realizaci robotických aktivit:*

- získávání či konstrukce znalostí a dovedností z mnoha oborů
- rozvoj (různých) klíčových kompetencí žáků či studentů
- podpora získávání a rozvoje dovedností potřebných pro život v tzv. informační společnosti
- užitečná pomoc při snaze pochopit principy fungování všudypřítomných technologií a složitých mechanismů
- příležitost seznamovat se prakticky („vlastnoručně“ či „na vlastní kůži“) a v reálném čase se světem vědy a techniky, zpravidla velmi poutavým a mnohdy nezvykle vzrušujícím způsobem

## **Konstruktivismus a konstrukcionismus**

Konstruktivistické pojetí vzdělávání, jehož duchovním otcem je Jean Piaget, se od tradičních pedagogických konceptů odlišuje především rozdílným chápáním vztahu mezi učitelem a žákem nebo studentem a posunem aktivity a odpovědnosti za získání

znalostí blíže k osobě žáka či studenta. Konvenční převážně jednosměrně orientovaný vztah mezi učitelem a žákem / studentem střídá při aplikaci konstruktivistického pojetí vyvážené partnerství. Mění se role účastníků vzdělávacího procesu a rovněž míra aktivity, kterou vykazují. Roste především iniciativa studujících. Žáci či studenti se sami propracovávají ke znalostem a učitelé jsou jejich průvodci, rádci a organizátory jejich činností. Takováto změna paradigmatu a rolí zúčastněných subjektů je typická právě pro výuku vycházející z teorie konstruktivismu. Žák nebo student podle této teorie sám aktivně konstruuje své znalosti na základě informací a zkušeností, jež postupně získává během života. Tento názor dále rozvíjí teorie konstrukcionismu Seymoura Paperta, která identifikuje nejefektivnější způsob konstrukce znalostí studujících v sérii jejich návazných praktických činností vedoucích k vytvoření reálného, pro ně atraktivního produktu.

Pro oblast výukového využití technologií jsou teorie konstruktivismu a konstrukcionismu obzvlášť nosné. Právě v této sféře se totiž aktivity žáků a studentů velmi často orientují na realizaci různých praktických činností, jejichž výsledkem je konkrétní produkt, a při kterých studující sami konstruují své znalosti. Podmínkou úspěšného průběhu konstruktivisticky pojaté výuky je její kvalitní organizační zajištění ze strany učitele vycházející ze znalosti všech aspektů tohoto konceptu.

Podle teorie konstruktivismu Jeana Piageta vzdělávání není správné chápat jako proces přenosu informací od učitele k žákovi nebo studentovi, ale jako proces aktivního vlastního konstruování znalostí založený na zkušenostech daných skutečným životem, které se nabalují na dříve získané znalosti a zkušenosti<sup>3</sup>.

Teorie konstrukcionismu Seymoura Paperta doplňuje předchozí teze o tvrzení, že nejefektivnější metodou konstruování nových znalostí je zapojení žáka či studenta do takových činností, při nichž vytváří určitý konkrétní a pro něj osobně zajímavý produkt. Jde tedy o jisté rozšíření konstruktivismu zdůrazňující praktické řešení problémů s nasazením práce vlastní hlavy a rukou. Studující budují hmatatelné objekty ve vhodném konstruktivním prostředí. Úkolem učitele je vytvořit takové prostředí, v němž žáci nebo

---

<sup>3</sup> viz např.: Piaget, J. *The Principles of Genetic Epistemology*. New York: Basic Books 1972.

studenti tvoří smysluplné věci a prostřednictvím této práce se učí mnohem více než tradičním způsobem<sup>4</sup>

Teorie konstrukcionismu vychází ze socio-konstruktivistického přístupu, podle něhož ke vzdělávání dochází výhradně formou kontaktu s jinými lidmi a je tudíž záležitostí jednoznačně sociální. Přínos vzdělávacích technologií při realizaci tohoto přístupu spočívá v podpoře činností s následující charakteristikou. Jsou to činnosti:

- smysluplné – založené na týmové práci s podporou výukových materiálů
- autentické – řešení problémů z reálného života, např. simulace situací ze zaměstnání apod.
- sociální – technologie podporují proces společného budování znalostí; dostupné e-learningové prostředí umožňuje spolupráci mezi spolužáky, kteří mohou být i ve vzdálených školách, doma či jinde
- aktivní a reflektivní – žáci či studenti pracují na experimentech nebo řeší problémy cíleně vybírané tak, aby odpovídaly jejich schopnostem, zájmům a vlohám
- problémově orientované – metoda vedoucí žáky či studenty ke schopnosti učit se; skupiny hledají řešení problémů z reálného života, jež jsou založeny na použití technologií; každý člen týmu má svou jedinečnou úlohu vedoucí k posilování vlastní motivace i kritického a analytického myšlení

Výzkum v oblasti vzdělávacích technologií umožnil vývoj takových pomůcek a výukových postupů, které naplňují potřeby žáků či studentů a pomáhají odstraňovat specifické problémy učení. K dispozici máme počítačem řízené laboratoře i virtuální vzdělávací prostředí generovaná počítačem. Stále více pozornosti se dnes věnuje výukovým možnostem počítačem podporovaných modelovacích systémů, které se ukázaly být velmi hodnotnou výukovou pomůckou pomáhající rozvoji myšlení. Jeví se, že žáci a studenti porozumí problému lépe, mají-li možnost objevovat, tvořit, navrhovat, programovat

---

<sup>4</sup> viz kupř.: Papert, S. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books 1980.; Papert, S. *The Children's Machine*. New York: Basic Books 1992.

a ověřovat vlastní modely. Bylo prokázáno, že programování formou tvorby vlastního modelu v prostředí určeném ke vzdělávání podporuje konstrukcionistické formy vzdělávání nezávisle na věku a tématu. Článkem spojujícím teorii konstrukcionismu s technologiemi jsou robotické stavebnice (sady) a různé speciální programovací jazyky.

Zatímco v minulosti (přibližně do první poloviny 90. let 20. století) byla nabídka vhodných robotických a programovatelných modelových sad minimální a experimenty z oblasti řízení procesů byly realizovány převážně v teoretické rovině a ve virtuálních prostředích programovacích jazyků (např. LOGO Seymoura Paperta z 60. let 20. století), v současnosti je již možné využít rozsáhlé základny materializovaných experimentálních sestav přizpůsobených potřebám edukace od různých výrobců. Dostupné nástroje v podobě robotických a modelových programovatelných stavebnic umožňují v minimálním čase vytvořit z jednotlivých stavebních prvků (kostky, převody, kladky, kola atd.) libovolný vlastní model. Ten lze řídit a programově ovládat pomocí příslušného softwaru, jenž obvykle nabízí jednoduché graficky orientované prostředí pro psaní programů ovládajících chování vytvořeného modelu či robota. Celý systém dovoluje realizovat různé typy výukových experimentů, které žákům a studentům umožňují zkoumat různé aspekty každodenního života.

## **4. HW a SW podpora edukační robotiky**

### **Hardwarová podpora edukační robotiky**

Tato kapitola obsahuje stručný přehled v našem prostředí běžně dostupných robotických systémů využitelných pro účely edukační robotiky a programů usnadňujících algoritmizaci, plánování činností robotů a přípravu, jakož i realizaci robotických projektů ve vzdělávací sféře.

#### **Bee-Bot**

Robot určen pro využití na 1. stupni ZŠ. Směrová tlačítka slouží pro zadání až 40 příkazů, které pohybují s robotem vpřed, zpět, vlevo a vpravo. Po stisknutí zeleného tlačítka „GO“

začne robot vykonávat zadaný program. Bee-Bot bliká a pípá na závěr každého provedeného příkazu, aby děti mohly sledovat realizaci programu, a potvrzuje jeho dokončení pomocí světel a zvuků. Bee-Bot se pohybuje v 6 krocích a 90° otočkách. Pracuje na tři baterie AA (součástí balení). Bee-Bot je využitelný jak ve školním prostředí, tak domácím a zvyšuje nadšení pro experimentování a vzdělávání.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: <http://www.terrapinlogo.com/bee-bot.php>.

### **PicoCricket**

PicoCricket je malý programovatelný počítač, který může nechat věci rotovat, rozsvítit nebo přehrávat hudbu. Lze připojit světla, motory, senzory a další zařízení. PicoCricket Kit je podobný robotické stavebnici LEGO® Mindstorms. Je určen především pro výrobu uměleckých výtvorů se světly, zvuky, hudbou a pohybem.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: <http://www.picocricket.com/>.

### **Conrad RP6**

RP6 je ideální pro školy a jiné vzdělávací instituce, kde se experimentuje s elektronikou a softwarem. Srdcem robota je výkonný mikrokontrolér ATME132 (32 kB flash, 2 kB SRAM rychlost 8 MIPS). Programuje se nástroji Open Source v jazyce "C" a programování usnadňuje rozsáhlá knihovna s předprogramovanými rutinami. Robot komunikuje s PC přes USB rozhraní. Vlastní programy mohou být snadno a rychle uloženy přes dodávané USB do mikrokontroléru. Robot reaguje autonomně, vyhýbá se překážkám, reaguje na světlo, sleduje čáru nebo světelný zdroj. S ostatními roboty komunikuje přes infračervené rozhraní. Má dva vysílače otáček pro přesné nastavení rychlostí a měření ujeté vzdálenosti. Příkon motoru je kontrolován kvůli možnosti reagování při blokování. Kontrola napětí baterie, stavy programů a senzorů jsou zobrazeny pomocí 6 světelných diod LED. Součástí dodávky je experimentální deska, na kterou lze připevnit další senzory, akční členy a mikrokontroléry. Díky tomu je možné "naučit" robota novým dovednostem. Komunikaci zajišťuje sběrnice I<sup>2</sup>C, na kterou může být připojeno až 127 prvků. Rozšiřovací

experimentální desky mohou být namontovány symetricky vpředu a vzadu přímo na robota a mohou být vrstveny přes sebe. Na základní desce je dodatečně umístěno 6 malých ploch děrovaných rastrů pro vlastní řazení. Kromě toho nabízí robot četné možnosti modifikací, tak jako dohromady 38 volných montážních děr. Robot je napájen 6x AAA baterií nebo akumulátorů.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: <http://www.conrad-uk.com/ce/en/product/191584/Rp6-V2-Robot-System>.

### **Asuro**

ASURO je malý mobilní robot vyvinutý pro vzdělávací účely. Je velmi flexibilní a plně programovatelný v jazyce C. Kromě desek s plošnými spoji (PCB) jsou využívány pouze standardní elektronické součásti a freewarové nástroje pro programování. Proto je ASURO mimořádně vhodný pro úvod do processor-controlled elektroniky, hobby projektů ve školách a vysokých škol, ke studiu a center pro vzdělávání dospělých. ASURO je vybaven Atmel AVR RISC procesorem a dvěma nezávisle ovládanými motory, optickým senzorem, šesti kontaktními spínači, dvěma měřiči ujeté vzdálenosti, třemi LED indikátory a infračerveným rozhraním pro programování a dálkové ovládání na PC.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: [http://www.arexx.com/arexx.php?cmd=goto&cparam=p\\_asuro](http://www.arexx.com/arexx.php?cmd=goto&cparam=p_asuro).

### **Pro-Bot 128**

Robot je ideální pro začátečníky, kteří se chtějí seznámit se základy elektroniky, mechaniky a programování. Je vhodným doplňkem při výuce ve školách a jiných vzdělávacích institucích. Osloví ale rovněž domácí kutily. Mozkem tohoto robota je jednotka „C-Control PRO MEGA128“, která poskytuje dostatečnou paměť a rychlost i pro komplexnější úkoly, a při tom se vyznačuje univerzálním programovacím jazykem Basic a C-Compact. PRO-BOT128 je již při dodání vybaven řadou senzorů. K pořízování naměřených hodnot lze použít I<sup>2</sup>C EEPROM s kapacitou 64 kbit. Pro vlastní experimenty lze využít vhodně dimenzované experimentální pole. Samozřejmostí je možnost rozšíření robota PRO-BOT128 o různé senzory a aktivní komponenty, např. přes sběrnici I<sup>2</sup>C. Robot

se pohybuje na podvozku s diferenciálním pohonem, který mu umožňuje otočit se na místě a jet odtud požadovaným směrem. Softwarový paket s různými testy a příklady programů, který je součástí dodávky, pomůže rychlému začátku práce s PRO-BOT128.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: <http://www.conrad-uk.com/ce/en/product/191919/>.

### **FischerTechnik**

Robotická stavebnice „COMPUTING“ pro děti od věku 8/10 let. Pomocí grafického softwaru lze robota programovat a umožnit mu komunikaci s PC. Součástí stavebnice jsou různé senzory, převody, kabely a programovací jednotka.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: <http://www.fischertechnik.de/en/Home.aspx>.

### **Merkur**

Stavebnice Robota - Alfa PICAXE je konstruována jako základní stavebnice pro získávání základních znalostí a poznatků při konstrukci robotických modelů. Tuto stavebnici je možné rozšiřovat o již připravené a připravované moduly jako například zvuková čidla, čidlo rozpoznávající barvu, atd. Jedná se o Open Source - tedy otevřený systém, který můžete využívat s dalšími moduly (ať již zakoupené či vlastní konstrukce) nebo ve spojení s dalšími systémy pro komplexnější aplikace. Řídící deska již z výroby obsahuje počáteční zdrojový kód (program) – jedná se o jízdu po černé čáře. Stavebnice je dodávána kompletně včetně motorů, řídicí jednotky s procesorem PICAXE 20M2. V základní sestavě stavebnice je modul infra, který je již v programovém kódu využit, ale lze jeho funkci samozřejmě dále libovolným způsobem měnit (vhodnou změnou zdrojového kódu). Programování řídicí desky (procesoru) je velmi jednoduché, přes konektor na řídicí desce se speciálním kabelem (součástí balení) propojí s klasickým PC a pomocí návodu dodaném na CD se uživatel seznámí s principem programování a naučí se samostatně programovat další činnosti robota.

Podrobné informace k této sadě jsou k dispozici na internetových stránkách výrobce či distributora: <http://www.merkurtoys.cz/>.



## **Softwarová podpora edukační robotiky**

### **MindManager**

MindManager, zvaný MindMan až do verze 3.5, je komerční software pro vizualizaci myšlenkových map vyvinutý Mindjet Corporation. Myšlenkové mapy vytvořené v MindManager jsou založeny na metodě mapování mysli Tony Buzana.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://www.mindjet.com/products/mindmanager/>.

### **FreeMind**

FreeMind je svobodný software pro tvorbu myšlenkových map, licencovaný pod GNU GPL. Je napsaný v Javě.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Download>.

### **Text 2 Mind Map**

Text2MindMap je online webová aplikace, která převádí texty na myšlenkové mapy. Webové stránky Text2Mind Map byly spuštěny na jaře 2008.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://www.text2mindmap.com/>.

### **IHMC CmapTools**

Softwarový nástroj pro vytváření konceptuálních map, tedy pro organizaci a reprezentaci znalostí pojmů.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://cmap.ihmc.us/download/>.

## **Diagram Designer**

Diagram Designer slouží ke snadné tvorbě vývojových diagramů nebo grafů. Program umožňuje import i export obrázků ve formátech WMF, EMF, BMP, JPEG, PNG, MNG, ICO, GIF nebo PCX a hotové diagramy lze prohlížet formou slideshow.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://logicnet.dk/DiagramDesigner/>.

## **DIA Diagram Editor**

Dia je editor diagramů, grafů, schémat, atd. Obsahuje podporu pro diagramy obsahující statickou strukturu UML (diagramy tříd), Entitně - relační diagramy, síťové diagramy a mnohem více. Diagramy lze exportovat do postscriptu a spousty dalších formátů.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://dia-installer.de/download/>.

## **Imagine Logo**

Vznikl v roce 2001 a je nepřímým následovníkem Comenius Loga. Je to kompletně objektový jazyk, který je řízen událostmi. Podporuje paralelní programování a má též propracovanou ideu obrázkových tvarů želv. Má některé nové prvky, které jsou typické pro programy pod Windows, např. překrývající se grafické plochy (jako listy papíru), tlačítka i s obrázky, posuvné lišty, textová pole, lišty tlačítek apod. Nechybějí ani multimédia, Internet a též vzájemná spolupráce Imagine-programů v síti.

Informace k software jsou dostupné na webových stránkách programátora, distributora nebo produktu: <http://imagine.input.sk/cz/>.

## **Praktická část**

### **5. Využití aplikace LEGO Digital Designer v edukační robotice**

#### **Obecná charakteristika aplikace**

Program LEGO Digital Designer (LDD) je reprezentantem 3D grafického návrhového softwaru určeného pro virtuální práci s modely sestavenými z kostek a komponent stavebnicového systému LEGO. V oblasti edukační robotiky nachází uplatnění při plánování konstrukce podoby robota vč. rozmístění řídicí kostky, všech jeho funkčních částí, senzorů a kabeláže. Umožňuje snadnější realizaci robotických projektů, neboť jeho prostřednictvím je možné připravit komplexní návrh výsledné konfigurace robotického modelu vč. montážního návodu.

#### **Instalace a ovládání**

Jedná se o program zařaditelný z hlediska uplatňované uživatelské licence do kategorie freeware – program lze získat volně z internetu<sup>5</sup> a lze jej legálně bezplatně používat na jakémkoli počítači s operačními systémy Windows (od verze Windows XP) a Mac OS X (ve verzi 10.5.8 a vyšší). Hardwarové nároky LDD nikterak nevybočují z obvyklých požadavků v dnešní době standardně používaných počítačových programů. Program je možné nainstalovat a uspokojivě provozovat dokonce i na spíše podprůměrně výkonných počítačích - pro bezchybný běh aplikace je společností LEGO doporučován procesor s frekvencí minimálně 1 GHz, operační paměť RAM s kapacitou nejméně 512 MB, 128 MB grafická karta a volný prostor na pevném disku cca 1 GB (při využití v praxi se ukazuje, že některé z uvedených nároků na počítač jsou výrobcem naddimenzované). LDD je k dispozici v anglickém nebo německém jazyce a instalace probíhá pouze prostřednictvím anglicko-jazyčného instalátoru (přepnutí LDD do německé jazykové verze je možné až po dokončení instalace v menu Edit → Preferences). Instalační proces, jakož i ovládání vlastního programu se však výrazně neodlišuje od běžných a pro většinu uživatelů zažitých

---

<sup>5</sup> např. z domovské stránky tohoto programu umístěné na adrese <http://ldd.lego.com/>

postupů, anglický jazyk v instalačních dialogích a v ovládacích nástrojích programu by tedy pravděpodobně neměl být překážkou pro bezproblémovou instalaci aplikace a její nenáročné a účelné ovládání. Díky grafickým ikonicky pojatým panelům nástrojů je práce v programu intuitivní, pohodlná a snadno ji zvládnou i uživatelé v dětském věku. Většina operací v aplikaci obvykle nečiní potíže ani žákům vyšších tříd prvního stupně základní školy, žáci druhého stupně pracují v tomto programu zcela s přehledem. LDD však snadno zaujme i dospělé uživatele. Znalost manipulace se skutečným LEGO kostkami je zcela jistě výhodou, není však nezbytná. Ve srovnání se stavbou modelů s využitím skutečné stavebnice LEGO je konstrukční činnost v aplikaci LDD poněkud náročnější, zabere zpravidla více času a vyžaduje větší trpělivost.

### **Práce s programem, žákovské a studentské aktivity**

Aplikace LDD se spouští standardním způsobem buď prostřednictvím zástupce / spouštěcí ikony nebo z Nabídky Start. Bezprostředně po zadání příkazu ke spuštění ověřuje program dostupnost aktualizací. V tomto okamžiku se LDD pokouší připojit k internetu a v případě, že je spojení s vnější sítí aktivní a programem je nalezena dostupná aktualizace, zobrazí se dotaz na její stažení. Pokud je stažení aktualizace uživatelem zamítnuto nebo se nelze připojit na internet, program pracuje dále pouze v off-line módu. Tento režim však nikterak zásadně neovlivňuje funkčnost aplikace, pouze je (kromě nedostupné možnosti aktualizovat program) omezena nabídka propojení LDD se servery společnosti LEGO nabízejícími kupř. funkcionalitu výpočtu ceny potřebných součástí pro sestavení navrženého modelu, on-line import komponent nebo vzorových modelů apod. V případě aktivního spojení s internetem a aktivace aktualizacího procesu je třeba počítat se stahováním v průměru kolem cca 130 MB dat a následným spuštěním standardního instalačního procesu, který probíhá tak, jako kdyby LDD nebyl v počítači dosud nainstalován. Uživatel tedy prochází postupně celým instalačním procesem. Aplikace se nainstaluje do již dříve použité pracovní složky (pokud nebylo při aktualizací instalaci zvoleno pro program jiné místo).



Obr. 1 Program Lego Digital Designer – úvodní obrazovka

Úvodní obrazovka programu LDD nabízí uživateli volbu 3 pracovních režimů. Jedná se vlastně o výběr tematického zaměření zamýšleného modelu. Vlastní volba se provádí kliknutím na příslušnou záložku výběrového dialogu a následně výběrem buď již hotového / rozpracovaného modelu umístěného na některém z datových úložišť počítače, vzorového modelu od společnosti LEGO nebo varianty tvorby zcela nového modelu v příslušné kategorii. Základní pracovní prostředí je pro všechny 3 pracovní režimy stejné, liší se však nabídka základních stavebních prvků, kostiček a dalších komponent potřebných pro stavbu modelu. Zvolený režim je případně možné v průběhu práce s aplikací opakovaně měnit.

První položka (označená v aktuální verzi LDD 4.2 jako Digital Designer) aktivuje uživateli pracovní prostředí s nástroji uzpůsobenými pro stavbu standardních LEGO modelů produktové řady v současnosti označované jako LEGO CITY a kompatibilních sérií (např. Star Wars, Creator, Ninjago, Technic atd.)

Druhá v pořadí je varianta umožňující tvorbu robotických modelů produktové řady Mindstorms NXT (v aktuální verzi LDD 4.2 nese název Mindstorms). V případě volby této kategorie se výrazně rozšíří baterie dostupných komponent pro stavbu modelů. K běžným LEGO kostičkám přibudou nově speciální součástky Mindstorms NXT, např. senzory, servomotory, kabeláž, řídicí jednotka apod.

Třetí položka v úvodní nabídce se v jednotlivých verzích programu LDD průběžně mění a jde obvykle o aktuálně nabízenou akční produktovou řadu, případně o obecnou rozšířenou základní kategorii (aktuální verze LDD 4.2 operuje s označením Digital Designer Extended).

Po volbě funkčního režimu je uživateli plně zpřístupněno pracovní prostředí aplikace. Prostřední část plochy zaplňuje prostor, ve kterém se realizuje samotná stavba modelu z jednotlivých součástí. K snadnější prostorové orientaci slouží šedivá poloprůhledná podložka, jež vymezuje základní rovinu, vůči které jsou situovány v prostoru jednotlivé komponenty nebo celé modely. Zobrazení prostředí lze ovládat buď pohybem myši se stisknutým pravým tlačítkem, nebo výběrem šipek uprostřed okrajů centrální pracovní plochy. K přiblížení a oddálení zobrazení slouží buď kolečko na myši, nebo tlačítka se symboly plus a mínus uprostřed spodní části pracovní plochy.



**Obr. 2 Pracovní plocha aplikace Lego Digital Designer s rozbalenou paletou součástí po levé straně**

Levé tlačítko myši je funkční klávesou, která je určena pro výběr součástí z levého sloupce – databáze jednotlivých komponent – jejich umístění do prostoru pracovní plochy a také pro veškerou manipulaci s jednotlivými díly nebo jejich soustavami v pracovní ploše. K přemístění dílů v prostoru postačí stisk levého tlačítka myši a pohyb s myší prostorem, rotaci ve směru horizontálních a vertikálních os je třeba provádět s využitím tlačítek se šipkami na klávesnici.



Obr. 31 Hlavní panel nástrojů programu Lego Digital Designer

Dílčí operace s jednotlivými díly či s celky sestavenými z těchto dílů pomáhá realizovat soustava tlačítek na grafickém panelu nástrojů umístěném na liště nad pracovním prostorem plochy (a souvisejících podřízených panelech pro jednotlivá tlačítka z hlavního panelu). Tlačítka jsou podrobně popsána kontextovou bublinovou nápovědou a většina z nich má natolik intuitivní ikonické označení, že patrně není nezbytně nutné podrobně popisovat jednotlivé jejich funkce. Zmiňme tedy pouze, že s pomocí těchto tlačítek lze např. vybírat jednotlivé díly nebo celky sestavené z těchto dílů, klonovat / kopírovat označené komponenty, odebrat / mazat díly a jejich soustavy, otáčet v různých směrech pohyblivé dílky, měnit barvu součástí atd. Všechny funkce přiřazené k jednotlivým tlačítkům jsou dostupné rovněž prostřednictvím jednotlivých voleb menu Tool Box.



Obr. 4 Přepínač zobrazení v aplikaci Lego Digital Designer

V průběhu práce na modelu se lze přepínat mezi 3 režimy zobrazení. Vedle varianty standardního zobrazení pracovní plochy (první tlačítko zleva), je možné využít rovněž náhledové zobrazení ve virtuálním prostoru (prostřední tlačítko) nebo zobrazení návodu na stavbu příslušného modelu. Montážní návod je program LDD schopen vygenerovat pro jakýkoli sestavený model, přičemž pracovní postup je rozfázován do jednotlivých kroků a je přehledně zobrazen v externím HTML dokumentu. Montážní návody jsou velmi užitečné kupř. při sestavování složitějších robotických modelů či jejich částí.



Obr. 5 Lego Digital Designer – funkční tlačítka

Levá část grafického panelu nástrojů obsahuje 4 funkční tlačítka. Ikona se symbolem domečku navrácí uživatele do režimu vstupní výběrové obrazovky umožňující volbu jedné ze 3 výše popsaných základních pracovních variant programu. Tlačítko zobrazující disketu je určeno k rychlému uložení vytvořeného modelu do dále v ukládacím dialogu zvoleného umístění pod uživatelem určeným názvem. Přípona ukládaného souboru je programem přiřazena ve formátu lxf. Jde o formát určený pouze pro použití v aplikaci LDD a standardně jej není možné otevřít v jiném běžném grafickém programu (dle serveru <http://fileinfo.com> by jedinou dostupnou alternativou umožňující otevření tohoto formátu pro operační systémy Windows, Mac OS a Linux měl být program BricksViewer<sup>6</sup>. Podobně omezené možnosti jsou i pro nabízené exportní formáty lxfml a ldr dostupné z menu File -> Export model. Jistou alternativou pro případný přenos grafického výstupu z programu LDD je buď pořízení snímku aktuální obrazovky (menu Tool Box -> Take a screenshot) nebo výběr obrázků z vygenerovaného montážního návodu pro příslušný model. Grafický panel obsahuje ještě ve své levé části dvojici tlačítek pro pohyb v historii akcí, byly-li již nějaké vykonány. Stisk ikony levé šipky pro návrat o akci zpět je nahraditelný zadáním standardní klávesové zkratky CTRL+Z.

Program LDD se ukončuje obvyklými způsoby, tj. buď prostřednictvím menu File -> Exit nebo symbolem křížku v pravém horním rohu pracovního okna aplikace. Pokud uživatelem byla v průběhu práce s programem vykonána nějaká akce, která dosud nebyla reflektována při ukládání výsledného souboru, objeví se po zadání příkazu k ukončení programu dotaz na další postup. Tento dialog dovoluje ukončit uživateli aplikaci buď s uložením, nebo bez uložení, variantně lze požadavek na zavření programu stornovat a dále pokračovat v práci s LDD.

---

<sup>6</sup> další ev. informace viz. <http://bricksviewer.sourceforge.net/>



## **6. Implementace edukačněrobotických sad LEGO Mindstorms NXT do vzdělávání na ZŠ a SŠ**

### **Základní charakteristika systému LEGO Mindstorms NXT**

Sady LEGO Mindstorms NXT patří k nejvýznamnějším zástupcům hardwarového vybavení určeného pro realizaci aktivit z oblasti edukační robotiky. Jednotlivé prvky produktové řady Mindstorms NXT tvoří ucelený komplet komponent, s jejichž pomocí je možné sestavovat modely rozličného charakteru a různé míry složitosti ve smyslu konstrukce, vykazované činnosti modelu, jakož i řízení a ovládání sestavy. Základním stavebním prvkem celé produktové řady jsou standardní kostky stavebnice LEGO. To, co Mindstorms odlišuje od běžných LEGO stavebnic, vč. např. konstrukčně a technicky orientované řady Technic, je přítomnost programovatelné řídicí kostky, senzorů a funkčních aktivních prvků v sadách této řady. Vedle standardních součástek dodávaných společností LEGO lze do modelů zakomponovat též licencované produkty externích výrobců. Jedná se ponejvíce o speciální čidla a senzory rozšiřující základní sadu originálních senzorů a rozličný spojovací a datově-komunikační materiál. Řídicí kostku, senzory a funkční aktivní prvky je možné spojit do celků s běžnými díly LEGO prostřednictvím obvyklých způsobů propojení dílků stavebnic LEGO, tj. skrze výstupky na horních plochách kostek a otvory na spodních plochách nebo využitím propojovacích otvorů určených pro zasunutí os či spojovacích kolíků s protipohybovou pojistkou. Jediným zcela unikátním prvkem celého systému je konektor datového kabelu a příslušná zásuvka pro zapojení tohoto kabelu. V tomto případě je využit zvláštní tvar komunikačního rozhraní a je tedy třeba vždy disponovat pouze originální nebo společností LEGO licencovanou kabeláží.

### **Využití sady LEGO Mindstorms NXT v žákovských a studentských projektech**

Hardwarové vybavení LEGO Mindstorms NXT je generačním nástupcem dřívější produktové řady označené jako LEGO RoboLab. Tato produktová řada se v dnešní době již nevyrábí, dosud je však dostupná plná softwarová podpora ze strany společnosti LEGO a částečně též podpora ze sféry HW. RoboLab v daleko větší míře využívá standardních

kostek LEGO a je tak výrazně snazší i v dnešní době udržovat sady v provozu, neboť lze případně nefunkční či chybějící díly doplňovat z dostupné součástkové základny. Vedle běžných kostiček a spojovacích prvků jsou v RoboLabu využívány komponenty shodné s produktovou řadou Technic, přičemž zejména v oblasti funkčních prvků (např. motory, převody apod.) a kabeláže (jednoduché dvoupólové vodiče) panuje téměř plná shoda mezi součástkami využívanými v obou produktových řadách. Zcela unikátním prvkem RoboLabu je základní řídicí programovatelná kostka. Sensory komunikují s řídicí kostkou prostřednictvím výše zmíněné jednoduché kabeláže. Po nákupu dílů umožňujících konverzi datové komunikace jsou senzory systému RoboLab kompatibilní i s novějším systémem Mindstorms. Částečné vzájemné propojení (především na úrovni základních a funkčních součástí) je možné rovněž s edukačním systémem LEGO WeDo určeným pro využití optimálně na 1. stupni základní školy, popř. v nejvyšších stupních předškolního vzdělávání.

Základním prvkem celé produktové řady LEGO Mindstorms NXT, který mají žáci a studenti k dispozici pro využití v edukačně robotických projektech, je sada obsahující díly potřebné pro sestavení plně funkčního robota. Tato sada je na trh dodávána ve dvou provedeních – pod označením 8547 v papírové krabici pro zákazníky z řad veřejnosti a dále pak s identifikačním číslem 9797 v plastové přepravce pro zákazníky ze vzdělávací sféry. Pro využití sad pro účely edukační robotiky je vhodnější pořídit sestavu označenou číslem 9797. Tyto sady, stejně tak jako rozšiřující sestavy a doplňkové prvky, jsou zákazníkům dodávány mimo běžnou komerční síť. Jejich prodej zabezpečuje pro konkrétní geografické oblasti vždy zvláštní výhradní distributor Sada č. 9797 obsahuje, mimo velkého množství stavebního a spojovacího materiálu, zejména:

- 1 řídicí kostku
- 3 servomotory
- 1 zvukový senzor
- 1 světelný senzor
- 1 ultrazvukový senzor
- 2 dotykové senzory

- 3 žárovky
- propojovací kabeláž
- USB kabel pro komunikaci s počítačem
- akumulátorovou baterii
- tištěný montážní manuál pro sestavení robota v základní LEGO konfiguraci



Obr. 6 Sada LEGO Mindstorms NXT – přehled funkčních částí a senzorů vč. ukázky připojení k řídicí kostce

Je třeba počítat s tím, že sada naopak neobsahuje několik poměrně důležitých součástí, bez kterých lze sice robotickou sadu zprovoznit, ale její následné využívání není možné považovat za plnohodnotné. Následující komponenty je nezbytné zakoupit samostatně:

#### *Řídící a programovací SW LEGO Mindstorms NXT*

Existuje několik alternativních variant pro provoz robotické sady bez tohoto SW, je však nutné počítat s omezením funkčnosti robota nebo s výrazně nižším komfortem obsluhy. Jednou z variant řízení a programování robota bez SW LEGO Mindstorms NXT je zadávání instrukcí a příkazů prostřednictvím komunikačního rozhraní na řídicí kostce, v takovémto případě je ovšem značně omezen počet instrukcí, které lze robotovi přidělit. Další alternativou je využití některého z free a open-sourceových programovacích prostředí pro systém LEGO Mindstorms NXT; tyto nástroje však obvykle vykazují výrazně nižší

uživatelskou přívětivost, než oficiální SW a vyžadují od uživatele mnohdy značné, zejména programátorské, znalosti a dovednosti.

#### *Napájecí a nabíjecí zdroj AC/DC*

Variantním řešením provozu systému LEGO Mindstorms NXT je využití alkalických či nabíjecích tužkových (AA) baterií v počtu 6 ks. Vzhledem k pořizovacím nákladům na alkalické baterie či na baterie nabíjecí a odpovídající nabíječku, jakož i výrazné snížení pohodlí při opakované manipulaci s řídicí kostkou při výměně baterií (baterie jsou umístěny ve spodní části řídicí kostky, kterou je při jejich výměně třeba zcela oddělit od modelu, zatímco při využití dodávaného akumulátoru se ke kostce bez nutnosti její demontáže pouze připojí konektor napájení) důrazně doporučujeme pořízení dobíjecího zdroje pro originální dodávaný akumulátor.

Při realizaci složitějších robotických projektů a sestavování komplikovanějších modelů je vhodné disponovat doplňkovými moduly a nadstavbovými sestavami, které rozšiřují výchozí součástkovou základnu. Tyto sady komponent a doplňků však nejsou pro provoz robotů nezbytně nutné a základní robotické systémy lze plnohodnotně využívat i bez jejich nasazení. Alternativně je pochopitelně možné kombinovat základní sestavy s dalšími materiály a součástkami z výrobního portfolia společnosti LEGO, poněkud se pro tyto účely hodí nejlépe díly produktové řady Technic.

Pro účely tvorby a řešení komplexnějších projektů vycházejících z využití základních sad LEGO Mindstorms NXT jsou k dispozici např. tyto díly a sestavy komponent:

Rozšiřující a doplňkové senzory (např. úhlový, infračervený, gyrokompas, GPS modul atd.)

Specializované a doplňkové konstrukční prvky (např. převodové řemeny a řetězy, speciální ozubená kola, speciální spojky, šneková kola, hřídele, konstrukční nosníky apod.)

– optimálně v ucelené sadě s produktovým číslem 9695

Soubor pracovních podložek, pomůcek a didaktických zdrojů určených pro podporu realizace projektů souvisejících s obsahovou a formální podobou těchto materiálů

Výzkumné soupravy a speciální měřicí zařízení určená pro uskutečňování přírodovědných, chemických a fyzikálních experimentů

Sady tematicky orientované do oblastí aplikované mechaniky či využití obnovitelné energie – sestavy Jednoduché a hnané stroje, Pneumatické systémy a Obnovitelná energie s produktovými čísly 9686, 9641 a 9688

Datové rozbočovače, slučovače, zařízení pro bezdrátovou komunikaci a řízení (WiFi, Bluetooth), nadstandardní a doplňková kabeláž

### **Řídící kostka**

Nejdůležitější součástí celého systému LEGO Mindstorms NXT je řídící a programovatelná kostka. K tomuto prvku se prostřednictvím kabeláže připojují aktivní a funkční prvky (motory, žárovky) a dále pak senzory a detekční zařízení. Jak již bylo uvedeno výše, kostka je napájena buď dodávaným akumulátorovým blokem (v takovém případě je blok součástí kostky a při dobíjení jej není třeba oddělovat, pouze se připojí napájecí konektor), nebo alkalickými či dobíjecími bateriemi (při volbě tohoto druhu napájení je nutné počítat s tím, že kostka musí být při výměně baterií vždy demontována z modelu, neboť prostor pro umístění baterií se nachází pod krytem na spodní straně kostky). Komunikace mezi kostkou a počítačem probíhá buď prostřednictvím USB kabelu nebo na bázi bezdrátového spojení Bluetooth. Nově od roku 2012 lze sadu rozšířit o doplňkový komunikační modul pro bezdrátovou komunikaci mezi robotem a počítačem s využitím WiFi sítě.

Řízení a programování činnosti robota lze uskutečňovat v omezené míře přímo z komunikačního rozhraní kostky (LCD a čtveřice tlačítek na vrchní straně kostky) nebo plnohodnotně z počítače, za předpokladu, že má uživatel k dispozici příslušný SW (optimálně originální LEGO Mindstorms NXT nebo variantně některou z open-sourceových alternativ). Zadávání příkazů z komunikačního rozhraní na kostce a z v počítači instalovaného SW prostředí při připojení prostřednictvím USB kabelu probíhá v režimu off-line, tj. nejprve se zadají příkazy či nahraje hotový program do kostky, a následně se spustí sekvence příkazů vloženého programu. Při bezdrátovém připojení je možné programy měnit v reálném čase v on-line módu.

Základní SW výbavou kostky je firmware, který umožňuje její ovládání, zajišťuje komunikaci s počítačem a zabezpečuje provádění naprogramovaných příkazů. Firmware je

třeba příležitostně aktualizovat. Aktualizace se provádí po stažení datového balíčku z webových stránek uživatelské podpory společnosti LEGO, a to skrze SW LEGO Mindstorms NXT. Při aktualizaci jsou z kostky vymazána veškerá uložená data vč. nahraných programů a je vyresetováno uživatelské nastavení na výrobcem určené výchozí hodnoty. Na tyto hodnoty je možné kostku nastavit též uživatelsky (např. při SW selhání kostky, vadné komunikaci apod.), a to stiskem resetovacího tlačítka umístěného v otvoru určeném pro připojení spojovacího kolíku s protipohybovou pojistkou na spodní straně kostky (při pohledu odspoda na levé straně).

Fyzické propojení kostky s ostatními částmi modelu je realizováno skrze spojovací kolíky s protipohybovou pojistkou umístěné na jedné straně do otvorů na bocích či na spodní straně kostky a na straně druhé do odpovídajících prvků robotického modelu. Při konstruování robota je třeba plánovat umístění kostky tak, aby celý model byl dostatečně stabilní, spojení mezi kostkou a zbývajícimi částmi robota bylo pevné a těžké, aby byl zajištěn přístup k zásuvkám pro komunikační kabely na obou stranách kostky a pro napájecí konektor v přední části. Je důležité si uvědomit, že kostka s instalovaným akumulátorovým blokem je vyšší, než bez něj a rovněž její hmotnost a umístění těžiště se odlišuje od kostky osazené alkalickými nebo dobíjecími bateriemi.

### **Senzory, motory a světla; sestavení robota**

Senzory a motory obvykle tvoří nedílnou součást sestaveného robotického modelu. Do tohoto celku je možné zakomponovat tyto díly prostřednictvím vhodných spojovacích prvků. Vzhledem k tomu, že senzory i motory mají na svém povrchu vždy několik průchozích kruhových otvorů standardizovaných rozměrů (velikost otvorů se shoduje s parametry otvorů na řídicí kostce), lze tyto komponenty s ostatními částmi robota propojit buď za použití spojovacích kolíků s protipohybovou pojistkou nebo os různých délek. Datové a napájecí propojení s kostkou je realizováno kabeláží opatřenou speciálními konektory. K horním komunikačním portům kostky se připojují funkční díly – motory a světla, k dolním portům pak senzory. Omezené množství připojení (nejvýše 3 funkční díly a maximálně 4 senzory) lze v případě potřeby rozšířit použitím doplňkového nadstandardního rozbočovače.

Při sestavování modelu robota, za předpokladu, že jeho konstruktér nevychází z vlastního návrhu (podpořeného kupř. manuálem vytvořeným v programu Lego Digital Designer), je možné se opřít o řadu instruktážních materiálů. Každá základní robotická sada č. 9797 obsahuje tištěný montážní návod vedoucí uživatele krok za krokem při stavbě robota v základní konfiguraci. Elektronická varianta návodu je k dispozici na internetu. V elektronické podobě je přístupná též metodická příručka na využití robotických sad obsahující popis montážních postupů. Instrukce pro sestavení robotů jsou rovněž nedílnou součástí programovacího SW LEGO Mindstorms NXT. Nepřeberné množství popisů pracovních postupů stavby robotických modelů a sestav je dostupné na internetu, jako ilustrativní příklad uveďme jeden z nejkvalitnějších a nejkompaktnějších zdrojů – portál NXT Programs.com (<http://nxtprograms.com/>).

## **7. LEGO Mindstorms NXT – algoritmizace a programování systému během edukačního procesu**

### **Obecná charakteristika prostředí v kontextu s edukačně robotickými projekty**

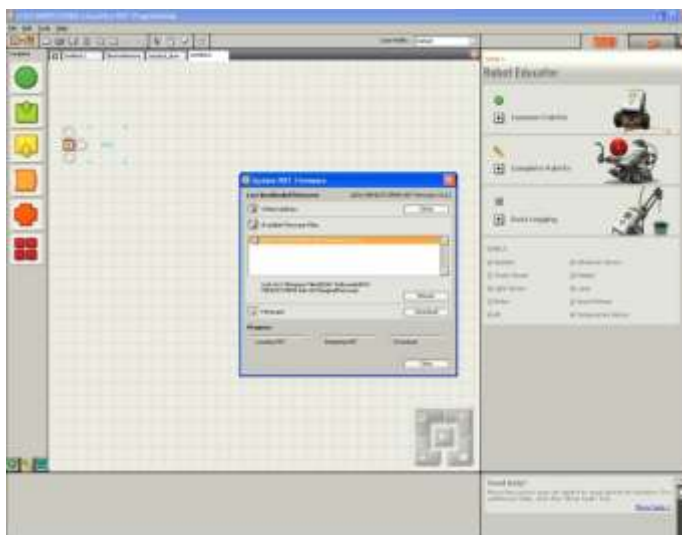
Aplikace LEGO Mindstorms NXT SW je výchozím prostředím pro programování činností robotických modelů sestavených z komponent edukačně-robotických sad produktové řady LEGO Mindstorms NXT. Tento program rovněž umožňuje ovládání a plnohodnotnou komunikaci mezi počítačem a řídicí kostkou sestavy. Software LEGO Mindstorms NXT SW je generačním nástupcem staršího programovacího prostředí RoboLab SW. Stejně tak, jako jeho předchůdce, je LEGO Mindstorms NXT SW ikonické modulární programovací prostředí, ve kterém je posloupnost jednotlivých sekvencí příkazů tvořících program sestavována uživatelem z grafických bloků s nastavitelnými vlastnostmi označujících příslušné prvky programu. V tomto prostředí nepřichází uživatel do kontaktu s jakýmkoliv textovým zápisem programového kódu. Pro práci s textovou podobou programů určených pro roboty LEGO Mindstorms NXT je určen zvláštní doplňkový komerční produkt ROBOTC Software, případně lze použít pro tyto účely některou z open-sourceových aplikací.

## **Instalace, ovládání, posloupnost žákovských a studentských činností**

Program LEGO Mindstorms NXT SW je placeným komerčně šířeným produktem s přesně vymezenou licencí. Ta je buď jednouživatelská bez možnosti přenosu této licence na jiný počítač, nebo má charakter multilicence označované jako třídní. V případě multilicence není počet počítačů, na kterých je SW nainstalován jednoznačně stanoven a v prostředí jedné instituce je tedy možné využít legálně na všech počítačích využívaných pro edukační účely tuto multilicenci. Aplikace je uzpůsobena pro instalaci v operačních systémech Windows (od verze Windows XP) a Mac OS X (ve verzi 10.4 a vyšší). Minimální hardwarové nároky programu nevybočují z obvyklých parametrů v dnešní době běžně používaného SW vybavení. Procesor by měl mít frekvenci nejméně 1 GHz, operační paměť kapacitu alespoň 512 MB, volný prostor na pevném disku počítače přinejmenším 700 MB. Pro správnou funkčnost programu je vyžadováno rozlišení zobrazovací plochy minimálně 1024 x 768 pixelů. Má-li být navázána komunikace mezi počítačem a řídicí kostkou robota, je třeba disponovat 1 volným portem USB, případně bezdrátovým rozhraním Bluetooth a od roku 2012 variantně sítí WiFi při případném využití příslušného doplňkového komunikačního modulu. Z hlediska dostupných jazykových mutací programu je možné vybírat mezi anglickou, německou, francouzskou, italskou, holandskou, španělskou a portugalskou verzí, a to pro oba typy podporovaných operačních systémů. Variantu jazykové mutace je třeba zvolit při instalaci, dodatečná změna používané verze u již nainstalovaného programu není možná. Instalace programu probíhá standardním způsobem prostřednictvím dialogů, jež umožňují výběr prostoru na pevném disku, do kterého má být program nainstalován a volbu jazykové verze aplikace. Tento proces by neměl činit jakékoliv potíže ani méně zkušeným uživatelům ICT. Vlastní ovládání programu je, podobně jako např. u produktu LEGO Digital Designer, intuitivní, pohodlné a snadno jej zvládají i uživatelé v dětském věku, a to zejména díky grafickým ikonicky pojatým panelům nástrojů a programových komponent. Je však velmi vhodné, aby uživatelé programu disponovali alespoň základními pasivními znalostmi anglického či jiného, při instalaci zvoleného, jazyka, popřípadě měli k dispozici alternativní řešení (např. osobu znalou cizího jazyka, metodickou příručku pro práci v prostředí LEGO Mindstorms NXT SW v českém jazyce či nástroj pro překlad výrazů z cizího jazyka do češtiny atd.).



Program je aktuálně při zakoupení distribuován uživatelům ve verzi 2.1. Ta oproti starší verzi 1.0 rozšiřuje možnosti uživatele zejména o zpětnovazební prvek v komunikaci mezi počítačem a řídicí kostkou, kdy lze nově ze senzorů připojených k řídicí kostce získávat naměřená data a ta dále exportovat do externího softwaru. Aktualizační politika společnosti LEGO je v případě programu LEGO Mindstorms NXT SW nastavena tak, že při vydání nové verze aplikace je třeba tento program zakoupit znovu jako nový kompletní programový balík. Není tedy možné získat novou verzi programu např. pouhým stažením aktualizčních balíčků z internetu. U tzv. třídní verze programu postačí nákup jednouzivatelské varianty, dřívější multilicence zůstává v platnosti. Pro firmware určený k využití v řídicích kostkách naopak platí, že nejnovější aktualizace jsou volně dostupné ke stažení na internetu a aplikace LEGO Mindstorms NXT SW obsahuje integrovaný nástroj pro jejich přímé stažení a následnou instalaci do paměti kostky.

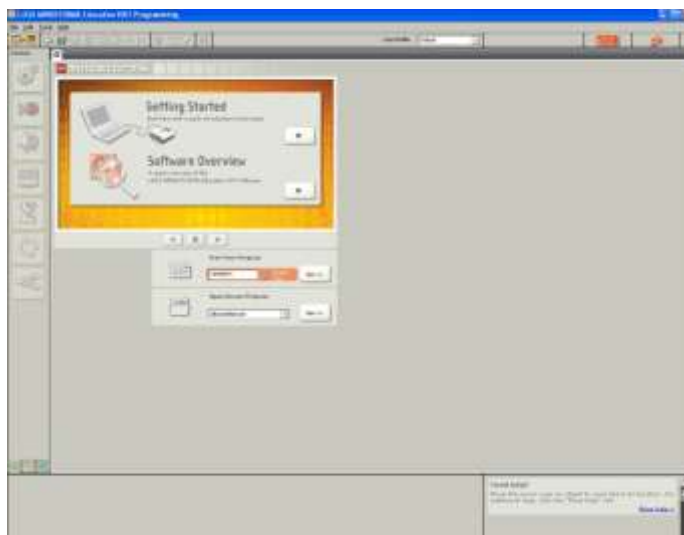


Obr. 7 LEGO Mindstorms NXT SW – dialog aktualizace firmware řídicí kostky

## **Práce s programem, algoritmizace a programování v rámci žákovských a studentských projektů**

Po spuštění programu je uživateli nabídnuto několik variant dalšího postupu. Především začátečníkům je určena dvojice animovaných tutoriálů, které seznamují zájemce s možnostmi systému LEGO Mindstorms NXT a dále pak nastiňují způsoby práce s vlastním programem. Zkušenější uživatelé pravděpodobně budou tuto nabídku

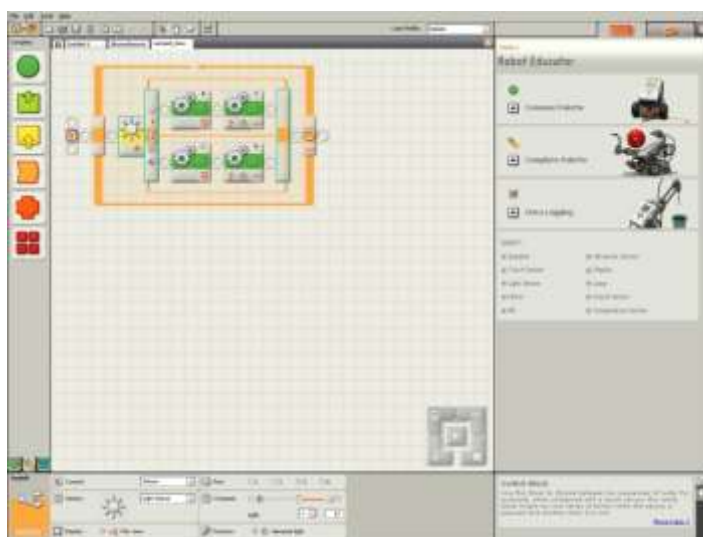
ignorovat a přejdou k volbě jedné z níže situovaných možností, tj. výběru mezi zahájením tvorby nového prázdného programu nebo otevřením již existujícího programu z dále specifikovaného umístění. Po zvolení první nebo druhé varianty úvodní uvítací dialog vystřídá zobrazení plnohodnotné pracovní plochy, na které je již možné zahájit tvorbu programu pro řízení robotického modelu.



Obr. 8 LEGO Mindstorms NXT SW – úvodní obrazovka po spuštění programu

Pracovní okno aplikace je rozděleno do několika segmentů. Ústřední částí je pracovní plocha, ve které se vytváří program pro robotický model. V reálném čase je možné mít otevřeno současně několik dílčích pracovních ploch s jednotlivými programy. Tyto plochy jsou indikovány záložkami („oušky“) situovanými nad pracovní plochou. Standardní postup práce na programu je takový, že z jedné z palet nástrojů – programových prvků – umístěných ve sloupci na levé straně aplikace uživatelem prostřednictvím metody drag and drop, tj. uchopením příslušného prvku myší při současném stisku levého tlačítka a tažením do prostoru pracovní plochy, přesouvá postupně příslušné programové prvky do pracovní plochy a tyto řadí lineárně za sebe do vláken směrem zleva doprava. Programové prvky lze kopírovat, přesouvat, případně odstraňovat s využitím ikon na horním panelu či běžných klávesových zkratk (CTRL+C, CTRL+X, CTRL+V, Del), možný je návrat zpět v posloupnosti akcí s využitím klávesové zkratky CTRL+Z. V případě potřeby je možné rozvíjet více vláken, vlákna spojovat nebo rozdělovat. Pro vytváření opakujících se cyklů či rozdělení vláken jsou v levém panelu k dispozici speciální programové prvky. Ke každému

programovému prvku náleží okno nastavitelných charakteristických vlastností, které se nachází ve spodní části okna aplikace pod pracovní plochou. Nastavení vlastností prvku se provádí buď stiskem levého tlačítka myši, nebo zadáním požadované hodnoty z klávesnice. Množství dostupných nastavitelných vlastností se u jednotlivých programových prvků liší s ohledem na charakter a účel příslušného prvku. Přesný popis programových prvků, jakož i jejich vlastností je součástí oficiální dokumentace aplikace od společnosti LEGO a je rovněž obsažen v pomoci (helpu) programu LEGO Mindstorms NXT SW. Práci s aplikací usnadňuje také obsah panelu či sloupce v pravé části pracovního okna. V tomto sloupci má uživatel k dispozici databázi komplexních tutoriálů, jejichž součástí jsou animace funkcí modelu, textové popisy robota, montážní návody k sestavení modelu a instrukce pro vytvoření programu určeného k ovládní robota.



Obr. 9 LEGO Mindstorms NXT SW - uspořádání pracovního prostředí

Nad pracovní plochou jsou uživatelům k dispozici panely s funkčními tlačítky a výčtem programových menu. Funkční tlačítka jsou doplněna bublinovým textovým popisem a předpoklad jejich využití žáky a studenty během realizace edukačněrobotických aktivit odpovídá následujícímu nástínu realizačních kroků jednotlivých aktivit.



Obr. .10 LEGO Mindstorms NXT SW – hlavní panel nástrojů

Součástí činností, které žáci a studenti mohou realizovat je přepnutí aplikace mezi režimem programování a měření dat prostřednictvím senzorů. Následně se předpokládá vytvoření nového programu, variantně připadá v úvahu otevření existujícího uloženého programu. Návazným krokem může být uložení programu (využívaným standardem pro ukládání je formát RBT), přičemž v rámci realizace jednotlivých činností je možné aktivně využívat dostupných funkcionalit schránky operačního systému, konkrétně jde o nástroje práce se schránkou – vyjmout, práce se schránkou – kopírovat a práce se schránkou – vložit. V průběhu aktivního využívání prostředí je možné využívat korekčně akční funkcionality návrat o akci zpět a postup o akci vpřed. Vlastní algoritmizace probíhá prostřednictvím práce s programovými bloky, zejména pak skrze položky výběr programového prvku, posun zobrazení v ploše, přidání komentáře do vybraného místa a vytvoření vlastního bloku.

Při tvorbě programů je patrně nejvhodnější pracovat s kompletní paletou programových prvků označenou jako Complete. Jednotlivé prvky palety jsou podrobně specifikovány v dokumentaci aplikace, základní informace objasňující přiřazení programového prvku ke konkrétní operaci jsou uživateli k dispozici ve spodní části pravého panelu pod tutoriály. Paleta Complete obsahuje následující skupiny tlačítek s funkcemi:



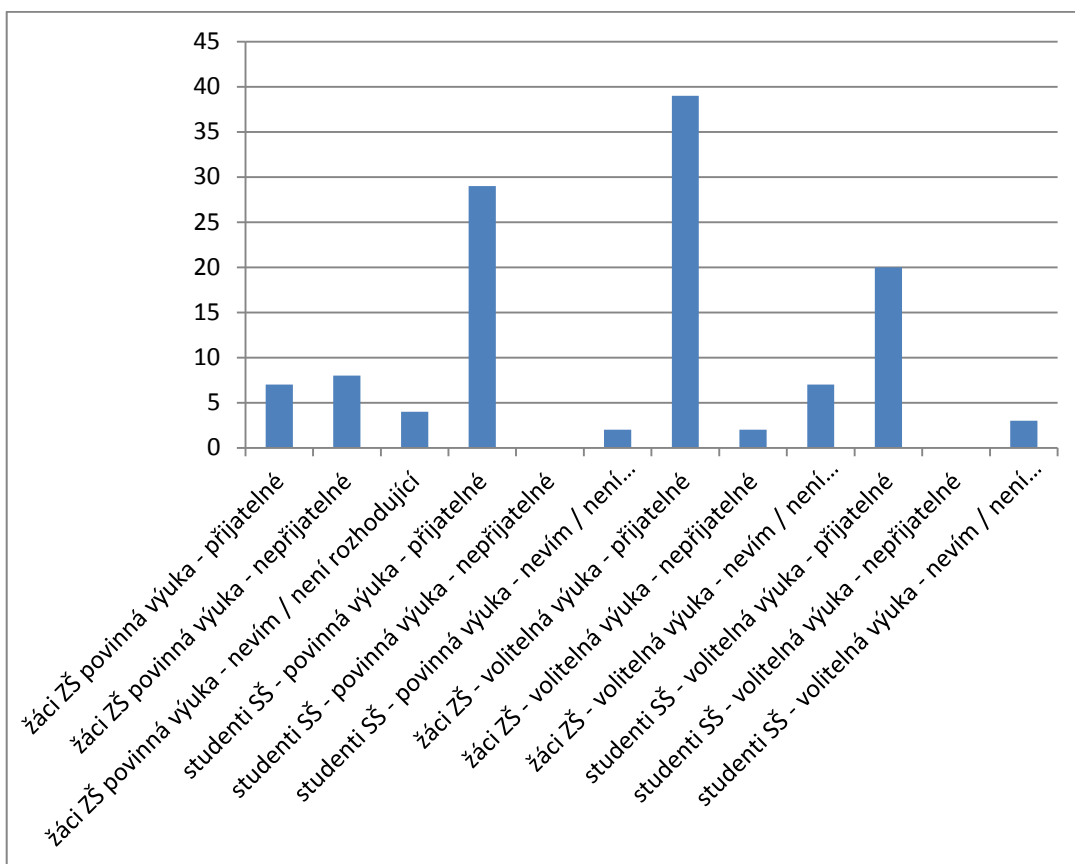
Obr. 112 LEGO Mindstorms NXT SW – paleta Complete, skupina Common

Důležitou součástí pracovního prostředí algoritmizačního nástroje LEGO NXT Mindstorms je programová skupina skupina Common. Tento celek dovoluje uživatelům – žákům a studentům – realizaci vlastního algoritmizačního procesu, a to prostřednictvím práce s programovacími bloky a následně konkretizaci dílčího a upřesňujícího nastavení skrze detailní podrobnou konfiguraci doplňkových vlastností každého bloku. Zatímco základní programování se realizuje prostřednictvím manipulace s ikonami reprezentujícími jednotlivé akce či interakce (v tomto případě se předpokládá zapojení akčních prvků, např. motorů a interakčních součástí, např. senzorů), detailní nastavení se provádí

v doplňkových textových boxech výběrem dílčích parametrů. Programové boxy se přetahují do linie programu systémem drag and drop. Nastavení detailních parametrů uživatelé – žáci a studenti – realizují jdenak výběrem z přednastavených hodnot ve voliči konkrétního parametru a jdenak prostřednictvím zadávání číselných či textových údajů. Detailní nastavení se provádí v prostředí, které je převážně intuitivní a grafické. Některé parametry je však nutné zadávat textově, přičemž v tomto případě je třeba počítat s tím, že prostředí je dostupné pouze v cizím jazyce, a to v závislosti na předchozím výběru konkrétní jazykové mutace celého softwarového prostředí. Typická a výchozí varianta nastavení jazyka je anglická. Výběr jazykové mutace prostředí se provádí na počátku instalačního procesu do počítače a po dokončení instalace softwaru již není možné jazykovou variantu prostředí změnit. Jediným způsobem, jak provést změnu na jinou jazykovou variantu je program odinstalovat a znovu nainstalovat. Českojazyčná verze není k dispozici. Jak ukázaly výsledky realizovaného průzkumu, zejména na základních školách může tato skutečnost představovat významný problém při využívání sad mezi žáky (viz Tab 1. a Graf 1.). Algoritmizační postupy a detailní donastavení jednotlivých bloků se provádí využitím následujících postupů svázaných s konkrétními programovými bloky a funkcionalitami prostředí LEGO Mindstorms NXT.

Akceptovatelnost anglické jazykové verze algoritmizačního prostředí pro žáky a studenty	
žáci ZŠ povinná výuka - přijatelné	7
žáci ZŠ povinná výuka - nepřijatelné	8
žáci ZŠ povinná výuka - nevím / není rozhodující	4
studenti SŠ - povinná výuka - přijatelné	29
studenti SŠ - povinná výuka - nepřijatelné	0
studenti SŠ - povinná výuka - nevím / není rozhodující	2
žáci ZŠ - volitelná výuka - přijatelné	39
žáci ZŠ - volitelná výuka - nepřijatelné	2
žáci ZŠ - volitelná výuka - nevím / není rozhodující	7
studenti SŠ - volitelná výuka - přijatelné	20
studenti SŠ - volitelná výuka - nepřijatelné	0
studenti SŠ - volitelná výuka - nevím / není rozhodující	3

Tab 1. Akceptovatelnost anglické jazykové verze prostředí pro žáky a studenty



Graf 1. Akceptovatelnost anglické jazykové verze prostředí pro žáky a studenty

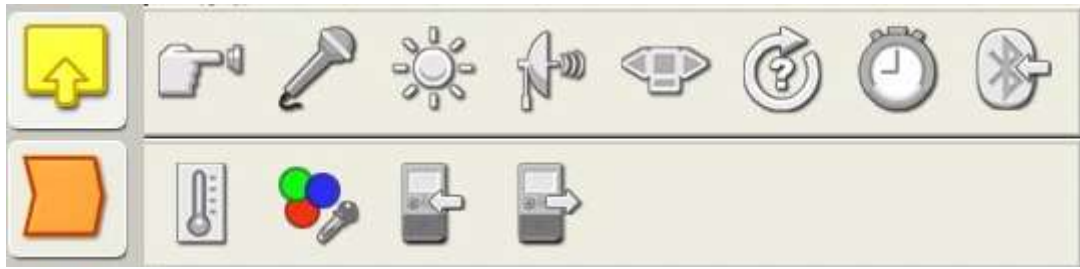
Prvek Move je odpovědný za činnost motoru. Umožňuje naprogramovat pohyb 1 – 3 motorů nebo jejich zastavení (je nutné specifikovat propojení konkrétního motoru s příslušnou zásuvkou A / B / C na řídicí kostce). Algoritmizaci, zejména dodatečnou demonstraci zvolených postupů a posloupností jednotlivých kroků je možné realizovat skrze funkcionalitu Record/Play – nahrání nebo přehrání posloupnosti akcí. Záznam následně lze uložit do samostatného souboru. Prvek Sound umožňuje zrealizovat přehrání zvuku. Součást Display dává možnost zobrazení textu nebo obrázku na displayi řídicí kostky. Zastavení a vyčkávání na další kroky programu umožňuje provést prvek označený jako Wait – vyčkávací programový prvek. Velmi důležitým prvkem algoritmizačních posloupností je cyklusumožňující opakování vybraných částí vytvořeného programu nebo opakování celého programu. Tato funkcionalita je vlastní prvku Loop – cyklus. Cyklus se typicky využívá pro účely opakování programu nebo jeho částí. Opakování je možné umístit do programu nezávisle na dalších prvcích, a nebo jej lze provazbit s podmínkou, která ovlivní parametry opakování. Jedním ze způsobů, jak do algoritmizačního postupu

umístit podmínku či prvek rozhodování, je vložení a využití prvku označovaného jako Switch – rozdělení programu do více linií obvykle na základě instrukce či podnětu ze senzoru.



Obr. 12 LEGO Mindstorms NXT SW – paleta Complete, skupina Action

Na předchozí skupinu prvků programovacího prostředí navazuje další soustava dostupných nástrojů, kterou je skupina Action. V tomto případě mají žáci a studenti k dispozici prvky umožňující realizaci konkrétních akčních činností souvisejících buď se základním zadáním příkazů, nebo reagujících na podněty získané ze senzorů zapojených do celého robotického systému. Jde konkrétně o následující akční prvky. Blok Motor zajišťuje nastavení akce motoru (je nutné specifikovat propojení konkrétního motoru s příslušnou zásuvkou A / B / C na řídicí kostce). Opět je zde k dispozici akční blok nazvaný Sound, který se používá k přehrávání zvuku. Rovněž se znovu setkáváme s prvkem Display a i v tomto případě jde o blok, který umožňuje zobrazení textu nebo obrázku na displayi řídicí kostky. Novou funkcionalitou v portfoliu akčních prvků je Send Message. Tento příkaz posílá zadanou zprávu prostřednictvím rozhraní Bluetooth, popřípadě při doplnění WiFi modulu je možné využít k odeslání zprávy též bezdrátovou sítí. Poslední variantou, jak zprávu z řídicí kostky předat dále, resp. do počítače či jiné řídicí kostky je kabelové propojení skrze rozhraní USB. Blok Color Lamp rozsvítí určenou barvu světla na vícebarevném světelném zařízení (doplňková komponenta – není součástí standardní robotické sady. V tomto případě je nutné specifikovat propojení lampy s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Obdobnou funkci, avšak s ohledem na dostupnou součástkovou základnu, plní blok nazvaný Lamp. Tento blok rozsvítí standardní žárovku, nikoli tedy speciální sensorovou lampu, jako v předchozím případě, (je nutné specifikovat propojení lampy s příslušnou zásuvkou A / B / C na řídicí kostce).



Obr. 133 LEGO Mindstorms NXT SW – paleta Complete, skupina Senzor

Podněty z vnějšího prostředí dodává do programovacího systému skupina základních a doplňkových senzorů propojitelná v algoritmiczním softwaru se skupinou bloků Senzor. Základní paleta senzorů dostupných v algoritmiczním prostředí odpovídá sadě základních senzorů dodávaných v distribučním balíčku součástek. Množství senzorů lze vydatně navýšit využitím nabídky rozšiřujících senzorů výrobce robotických sad i licenčních senzorů partnerů výrobce. V takovém případě je však nutné ke každému doplňkovému senzoru do programovacího prostředí dodatečně implementovat i konkrétní a správnou programovací kostku, resp. programový blok. Tyto bloky jsou dostupné na webových stránkách výrobců daného sensorového vybavení a algoritmiczní prostředí umožňuje relativně snadné doplnění těchto bloků do dostupných palet. Je však třeba počítat s tím, že základní softwarovou distribuci bude nutné doplnit o aktualizací balíčky a rovněž do programovací kostky systému bude potřeba stáhnout a instalovat nejnovější verzi firmwaru. Ve skupině označované jako Senzor lze využít následujících prvků. Touch Senzor ovládá dotykový senzor a reaguje na stisk tlačítka senzoru (je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Sound Senzor obsluhuje zvukový senzor; reaguje na zvuk (je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Light Senzor je prvkem umožňujícím nastavení světelných senzorů. Reaguje na světlo (je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Světelné senzory patří k typickému zástupci senzorů s různými variantami provedení a v nabídce dodavatelů jsou k dispozici různé alternativní senzory s dodatkovými možnostmi využití. Ultrasonic Senzor ovládá ultrazvukový senzor. Detekuje vzdálenost od překážky (je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Standardně ovládací prvky – tlačítka na řídicí kostce – lze využít rovněž jako senzory (obdobným způsobem je možné



např. využít i běžné motory v sadách). Jde o prvek označovaný jako NXT Buttons – tlačítka řídicí kostky. Tato funkcionality přiřazuje akci k jednotlivým tlačítkům na horní straně kostky. Jak již bylo zmíněno výše, i standardní motor se může stát senzorem. Jde o Rotation Sensor – prostřednictvím motorů zaznamenává rotaci s přesností na stupně (je nutné specifikovat propojení motoru s příslušnou zásuvkou A / B / C na řídicí kostce). Virtuálním senzorem bez vazby na konkrétní součástku je Timer zabezpečující odpočet času. Rovněž Receive Message – vyčkává na doručení zprávy / instrukce prostřednictvím rozhraní Bluetooth je virtuálním senzorem bez vazby na konkrétní součástku. Již o součástkovou základnu se opírá Temperature Sensor – teplotní senzor. Měří teplotu (doplňková komponenta – není součástí standardní robotické sady; je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Rovněž Color Sensor – senzor barev je svázán s materializovanou součástkovou základnou. Reaguje na barvy a na světlo (doplňková komponenta – není součástí standardní robotické sady; je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Emeter In – elektronický senzor – zaznamenává napětí na vstupu (doplňková komponenta – není součástí standardní robotické sady; je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce). Obdobně další elektronický senzor Emeter Out – elektronický senzor – zaznamenává napětí na výstupu (doplňková komponenta – není součástí standardní robotické sady; je nutné specifikovat propojení senzoru s příslušnou zásuvkou 1 / 2 / 3 / 4 na řídicí kostce).



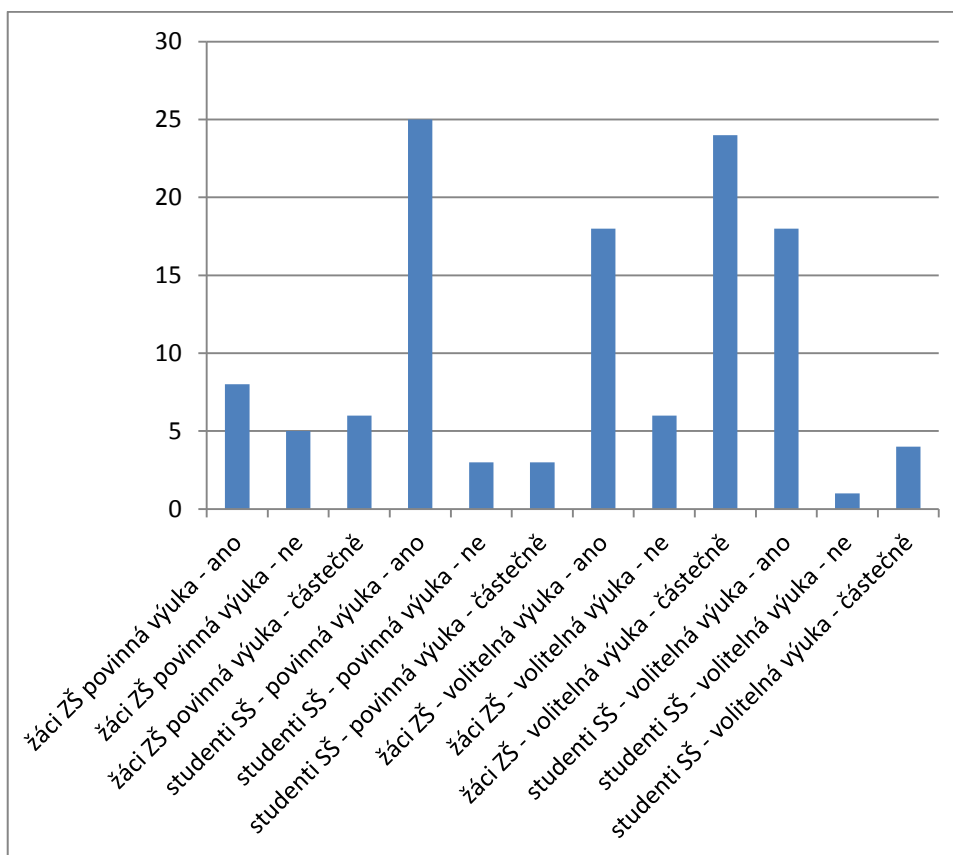
Obr. 144 LEGO Mindstorms NXT SW – paleta Complete, skupina Flow

Složitější algoritmizační kroky mohou žáci a studenti realizovat prostřednictvím skupiny Flow. U této součásti algoritmizačního prostředí je možné vytvářet složitější a rozličně provazbené programy a algoritmy. Součástí této palety jsou následující prvky Wait – vyčkávací programový prvek, který umožňuje nastavit v programu libovolnou časovou prodlevu, variantně navázanou na splnění externí podmínky zajišťující průběh nebo

ukončení procesu vyčkávání. Dále je zde k dispozici prvek Loop – cyklus. Cyklus se typicky využívá pro účely opakování programu nebo jeho částí. Vyhodnocení vstupních podmínek a rozdělení programových vláken dovoluje prvek označený jako Switch – rozdělení programu do více linií obvykle na základě instrukce či podnětu ze senzoru. Ačkoliv patří tento prvek ke standardním programovacím figurám, představuje jeho využití zejména v případě řešení edukačněrobotických úloh na základních školách značné úskalí, neboť vyžaduje zapojení logického myšlení do programátorských úvah a ne všichni žáci jsou vždy schopni tento prvek efektivně využít (viz Tab 2. a Graf 2.).

Úspěšné využití funkcionality Switch v programu (program fungoval - byl splněn stanovený cíl)	
žáci ZŠ povinná výuka - ano	8
žáci ZŠ povinná výuka - ne	5
žáci ZŠ povinná výuka - částečně	6
studenti SŠ - povinná výuka - ano	25
studenti SŠ - povinná výuka - ne	3
studenti SŠ - povinná výuka - částečně	3
žáci ZŠ - volitelná výuka - ano	18
žáci ZŠ - volitelná výuka - ne	6
žáci ZŠ - volitelná výuka - částečně	24
studenti SŠ - volitelná výuka - ano	18
studenti SŠ - volitelná výuka - ne	1
studenti SŠ - volitelná výuka - částečně	4

Tab 2. Úspěšné využití funkcionality Switch v programu (program fungoval - byl splněn stanovený cíl)



Graf 2. Úspěšné využití funkcionality Switch v programu (program fungoval - byl splněn stanovený cíl)

Konečně prvek Stop zastaví veškerou činnost v programu. Každý program v algoritmizačním prostředí LEGO Mindstorms NXT má lineární podobu, což předpokládá, že vytvořený program má svůj začátek a konec. Oproti jiným obdobným programovacím a algoritmizačním prostředím neobsahuje toto rozhraní povinné součásti programu pro jeho zahájení a ukončení (tyto prvky jsou například povinné v nové generaci programovacího a algoritmizačního prostředí určeného pro mladší žáky WeDo). Program v prostředí LEGO Mindstorms NXT nutně nemusí startovací a konečný prvek obsahovat, neboť spuštění programů se provádí stiskem hardwarového tlačítka na řídicí kostce a běh programu se ukončuje automaticky. Je však možné variantně využít funkcionality Stop k ukončení programu nebo jeho separátního vlákna v případě potřeby.



Obr. 15 LEGO Mindstorms NXT SW – paleta Complete, skupina Data

Prostředí LEGO Mindstorms NXT neumožňuje jen programování příslušných edukačně robotických sad ve smyslu realizace konkrétních akcí, ale také může sloužit jako nástroj pro sběr dat z vnějšího prostředí. V takovém případě uživatelé – žáci a studenti – zapojí k sadám senzory a prostřednictvím skupiny Data mohou provádět analýzu těchto dat. Variantně data mohou využít i v rámci samotného algoritmizačního schématu k modifikaci či upřesnění průběhu programu. Samostatnou kapitolou je doplňkový modul softwaru LEGO Mindstorms NXT v nejnovější dostupné variantě softwaru, který umožňuje v separátním prostředí realizaci rozličných experimentů a zajišťuje záznam, vyhodnocení či případný export dat do externích formátů. Skupina data obsahuje následující položky. Funkcionalita Logic provede operaci na základě vyhodnocení vstupních parametrů ano / ne. Dále lze využít prvek Math, který provede jednoduchou matematickou operaci dle specifikace a postupuje dále. Pro účely srovnávání různých vstupních hodnot slouží součást označená jako Compare. Ta porovná určené hodnoty a provede specifikovanou operaci. Funkcionalita Range postupuje k dalšímu kroku, pokud vstupní data patří do vymezeného intervalu. S náhodnými hodnotami pracuje prvek Random. Ten provede výběr náhodné hodnoty a na jejím základě (ne)postupuje dál. Je možné též pracovat s proměnnými, přičemž funkcionalita Variable použije před postupem dále proměnnou dle specifikace a prvek Constant použije před postupem dále proměnnou dle specifikace.



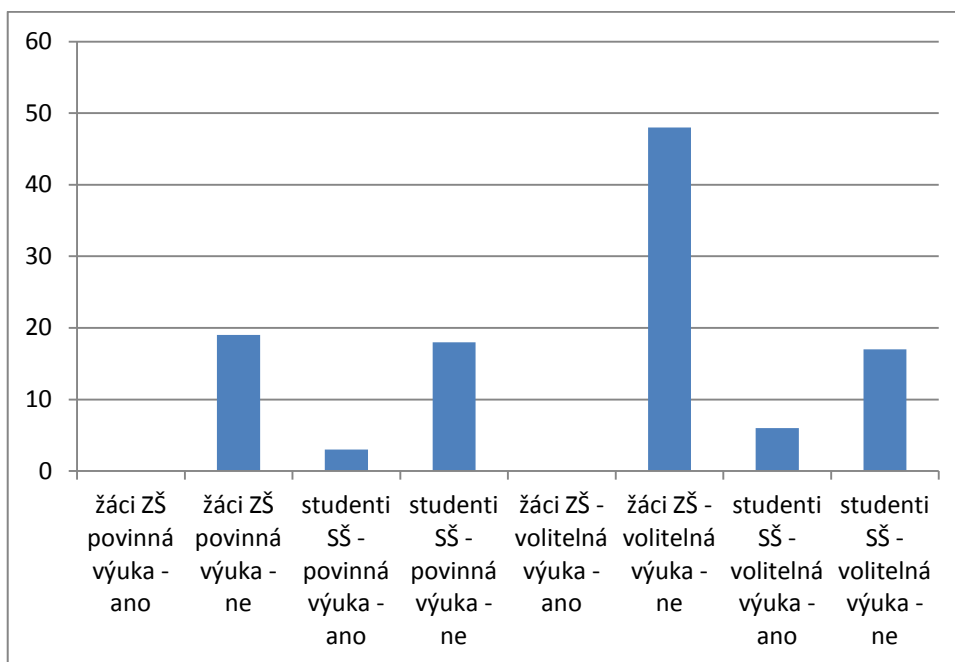
Obr. 16 LEGO Mindstorms NXT SW – paleta Complete, skupina Advanced

K doplňkovým aktivitám v rámci algoritmizačního procesu lze využít součásti skupiny Advanced. V tomto případě se jedná o různé rozšiřující prvky, které nebyly v průběhu realizace edukačněrobotických aktivit realizovaných v rámci této práce žáky vůbec a studenty až na minimální množství případů téměř využívané (viz Tab 3. a Graf 3.). Jde

o následující funkcionality. Prvek Number To Text převede číslo na text a zobrazí jej na displayi řídicí kostky. Funkcionalita Text umožňuje zadání textového prvku do programu. Součástí Keep Alive zabraňuje přechodu řídicí kostky do úsporného režimu, i když je tento nastaven prostřednictvím řídicího rozhraní kostky. Prvek File Access umožňuje uložit program v paměti robota do souboru, který lze otevřít v LEGO Mindstorms NXT SW, tento blok je třeba následně využít pro otevření uloženého programu. Konfiguraci parametrů senzorů dovoluje provést prvek Calibration, který umožňuje provést kalibraci zvukového nebo světelného senzoru. Reset Motor slouží k provedení resetování činnosti motorů. Při sběru dat ze senzorů lze využít prvky Start Data Logging – zahajuje záznam dat ze senzorů do řídicí kostky a Stop Data Logging – ukončuje záznam dat ze senzorů do řídicí kostky. A konečně funkcionality Bluetooth Connection slouží pro navázání či ukončení spojení prostřednictvím rozhraní Bluetooth s jiným zařízením s možností této komunikace.

Využití nabídky Advanced v algoritmizacím prostředí (program fungoval - byl splněn stanovený cíl)	
žáci ZŠ povinná výuka - ano	0
žáci ZŠ povinná výuka - ne	19
studenti SŠ - povinná výuka - ano	3
studenti SŠ - povinná výuka - ne	18
žáci ZŠ - volitelná výuka - ano	0
žáci ZŠ - volitelná výuka - ne	48
studenti SŠ - volitelná výuka - ano	6
studenti SŠ - volitelná výuka – ne	17

Tab 3. Využití nabídky Advanced (program fungoval - byl splněn stanovený cíl)



Graf 3. Využití nabídky Advanced (program fungoval - byl splněn stanovený cíl)



Obr. 17 a 18 LEGO Mindstorms NXT SW – dialog uploadu programu do řídicí kostky; dialog komunikace s kostkou

Vytvářený nebo hotový program je možné kdykoli uložit prostřednictvím příkazu File -> Save As / Save do určeného umístění na datovém úložišti. Využívaným standardem pro ukládání programů vytvořených v aplikaci LEGO Mindstorms NXT SW je formát RBT. Do řídicí kostky robota lze program nahrát pomocí tlačítka v pravé dolní části pracovní plochy aplikace. Skupina tlačítek umístěných v této pozici slouží, kromě uploadu programu do paměti kostky (levé dolní tlačítko), rovněž k navázání komunikace s řídicí kostkou (horní levé tlačítko) a přímému spuštění či zastavení aktuálně vybraného programu (zbývající tlačítka). Navázání spojení, případně probíhající operace jsou vždy indikovány dialogovým oknem uprostřed pracovní plochy aplikace. V prostředí ovládacího okna komunikačního rozhraní řídicí kostky lze obsluhovat v případě potřeby více aktivních připojení ev. zařízení, a to i v rámci jedné otevřené aplikace na jednom počítači. Pokud jsou robotické modely jednoznačně identifikovatelné podle jim přiřazeného názvu (toto je možné provést přímo na řídicí kostce skrze komunikační rozhraní nebo vzdáleně z počítače), zobrazují se jednotlivé robotické modely v dialogovém okně a lze s nimi navazovat či ukončovat komunikaci. V okně je možné spravovat více komunikačních kanálů (např. USB kabel, Bluetooth apod.). Druhý panel dialogového okna zobrazuje podrobné informace o vybrané řídicí kostce a umožňuje provádět některé servisní operace (kupř. aktualizaci firmwaru, uvolnění paměti kostky apod.).

Ukončení aplikace LEGO Mindstorms NXT SW se provádí buď prostřednictvím menu File -> Exit nebo symbolem křížku v pravém horním rohu pracovního okna programu. Pokud uživatelem byla v průběhu práce s aplikací vykonána nějaká akce, která dosud nebyla zohledněna při ukládání souboru, objeví se po zadání příkazu k ukončení programu dotaz na další postup. Tento dialog dovoluje ukončit uživateli aplikaci buď s uložením, nebo bez uložení, variantně lze požadavek na zavření programu stornovat a dále pokračovat v práci s LEGO Mindstorms NXT SW.

## **8. Návrh koncepce edukačně robotických vzdělávacích aktivit a modelového scénáře projektové výuky / kurzu edukační robotiky**

### **Obecná charakteristika**

Projektová výuka / kurz edukační robotiky by optimálně měla být realizována na škole v průběhu jednoho libovolného pololetí školního roku. Kurz je v ideálním případě určen pro cca 12 – 15 žáků či studentů. Na výuce a organizaci by se měli podílet 1 - 2 pedagogové. Účastníci kurzu se setkají při 6 výukových blocích; každý výukový blok bude trvat přibližně 3,5 hodiny. Časové uspořádání je možné variabilně měnit dle aktuálních možností, avšak celková délka kurzu / projektové výuky by měla zůstat zachována. Nad rámec těchto výukových bloků by měli žáci či student mít možnost využít pravidelné konzultace.

Výuka se může konat ve specializované laboratoři ICT, ale i v běžné třídě, za předpokladu, že bude žákům k dispozici potřebné ICT vybavení, tj. osobní počítače s nainstalovanými programy potřebnými k jejich práci (návrhový SW LEGO Digital Designer a programovací SW Mindstorms Edu NXT) a sety stavebnice LEGO Mindstorms NXT. Teoreticky by mohl mít každý účastník kurzu možnost pracovat během setkání zaměřených na praktické činnosti samostatně, v praxi se ale více osvědčuje práce po dvojicích. K potřebným podpůrným materiálům by měli mít žáci či studenti přístup prostřednictvím LMS (např. ke kurikulu, teoretickým zdrojovým textům, instruktážním prezentacím, ukázkovým programům atd.), z cloudového úložiště nebo z volných internetových zdrojů (např. k návrhovému SW LEGO Digital Designer, dalším ukázkovým programům atd.).

### **Plán výukových setkání**

- 1. setkání - *úvod do problematiky; motivace; teorie (1. část)*
  - žáci či studenti se seznámili s kurikulem kurzu, podpůrným kurzem v LMS, se studijními materiály;
  - interaktivní prezentace možností setů stavebnice LEGO Mindstorms NXT a příslušného SW



- 1. část prezentace teorie (konstruktivismus, konstrukcionismus, robotika)
- 2. setkání – *teorie*
- 2. část prezentace teorie (konstruktivismus, konstrukcionismus, robotika)
- diskuse
- 3. setkání – *praktické činnosti – seznámení se sety LEGO Mindstorms NXT*
- praktické činnosti se sety stavebnice LEGO Mindstorms NXT – seznámení se sety, stavba jednoduchých modelů podle návodu a jejich programování s využitím vzorových programů a tutoriálů
- 4. setkání – *praktické činnosti – pokročilejší práce se sety LEGO Mindstorms NXT*
- praktické činnosti se sety stavebnice LEGO Mindstorms NXT – stavba složitějších modelů a jejich samostatné programování
- příprava návrhů složitějších modelů v SW Lego Digital Designer
- rozvaha a diskuse nad výukovým využitím sestavených modelů
- 5. setkání – *praktické činnosti – roboti jako výukový objekt a vzdělávací nástroj*
- ukázka různých výukových projektů s využitím robotů sestavených ze setů LEGO Mindstorms NXT
- příprava a realizace vlastních výukových projektů (část; pokračování samostatně mimo školu)
- 6. setkání – *závěr – prezentace projektů, evaluace kurzu*
- prezentace připravených výukových projektů, hodnocení projektů a hodnocení kurzu

Tento plán je třeba chápat jako obecný univerzální model projektu edukačněrobotických aktivit, který je v praxi třeba modifikovat v závislosti na konkrétních podmínkách, zejména na časových možnostech a na složení skupiny žáků či studentů, se kterými je projekt realizován. Takto navržený obecný model byl v rámci realizace výzkumného projektu, který je popsán v dalších částech této práce, přizpůsoben reálným podmínkám ve 2 modifikacích odpovídajících časové dotaci využitelné pro realizaci projektu (omezené

množství výukových hodin infromatického předmětu jakou součástí běžného rozvrhu povinné výuky žáků ZŠ a studentů SŠ versus rozsáhlejší časová dotace v rámci volitelných předmětů, resp. zájmových útvarů (všichni žáci, resp. studenti povinně v rámci skupin, u kterých byl projekt realizován (všichni žáci, resp. studenti povinně v rámci povinné výuky bez možnosti výběru versus žáci a studenti se zájmem o problematiku v rámci volitelných skupin a zájmových útvarů).

Plán je možné dílčím způsobem modifikovat při zachování logiky posloupnosti některých aktivit v rámci projektu (např. úvod na počátku projektu a realizace a prezentace samostatných ucelených žákovských / studentských činností v závěru projektu). V praxi bylo v rámci výzkumného projektu popsaného v dalších textech této práce učiněno několik modifikací plánu, přičemž výsledky zpětné vazby ze strany žáků, resp. studentů i závěry plynoucí z pozorování a dalších získaných dat umožňují dospět k závěrům, že výše uvedená varianta se jeví jako optimální a modifikace plánu není příliš žádoucí, i když je samozřejmě možná. Jako akceptovatelná se jeví varianta s rozproštěním prezentace teorie do doby trvání celého projektu, přičemž její předávání účastníkům projektu se děje pak průběžně během setkání jinak z válné většiny věnovaným praktickým činnostem.

### **Návrh individuálního žákovského / studentského edukačně robotického projektu**

Důležitou součástí edukačněrobotického projektu je realizace vlastních individuálních žákovských, resp. studentských projektů. Jak již bylo uvedeno vícenásobně v textech výše, opírá se koncepce edukačněrobotických projektů o teoretický rámec reprezentovaný konstruktivismem a konstrukcionismem, přičemž tato teoretická východiska předpokládají plné zapojení žáků, resp. studentů do praktických aktivit a konkrétních činností. Realizace samostatného tvůrčího projektu je tedy základním předpokladem úspěšného uskutečnění edukačněrobotického vzdělávání. Následující tabulka předkládá návrh součástí projektu. U tohoto projektu se předpokládá realizace buď jednotlivými žáky / studenty nebo skupinami žáků, resp. studentů. Varianta skupinové práce (nejčastěji v podobě práce dvojic či trojic žáků / studentů) se jeví jako vysoce smysluplná a efektivní, navíc jsou rozvíjeny kolaborativní kompetence zúčastněných žáků, resp. studentů.

<i><b>Základní informace o projektu</b></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jméno autora projektu</b></li> <li>• <b>Název projektu</b></li> <li>• <b>Cíl projektu / hlavní cíl, záměr či smysl činnosti robota</b></li> <li>• <b>Další cíle projektu / další cíle činnosti robota</b> (např. interdisciplinární přesah apod.)</li> </ul>
<i><b>Stavba robota a plánování jeho činnosti</b></i>
<p><b>1. Rozvaha nad funkcemi robota</b> – pomocí odpovídajících SW nástrojů pro vytváření myšlenkových map (např. MindManager, FreeMind apod.) vizualizujte plánované či očekávané funkce a činnosti robota; promyslete funkční koncepci robota.</p> <p><b>cíl:</b> Co bude robot dělat?</p>
<p><b>2. Předpokládaná konfigurace robota</b> – s využitím relevantního SW pro vytváření konceptuálních (pojmových) map (např. CmapTools) optimalizujte konfiguraci robota z hlediska jeho zamýšlené funkce.</p> <p><b>cíl:</b> Z jakých funkčních dílů bude robot sestaven?</p>
<p><b>3. Plánovaná konstrukce a pracovní postup sestavení robota</b> – s pomocí SW LEGO Digital Designer vytvořte grafický návrh robota a konstrukční plán zachycující pracovní postup jeho sestavení; v případě potřeby doplňte grafické materiály textovým popisem.</p> <p><b>cíl:</b> Jak bude robot konstrukčně řešen a sestaven?</p>
<p><b>4. Změny v konstrukci a konfiguraci robota, plánovaném pracovním postupu sestavení robota, popř. poznámky a připomínky související s reálnou stavbou robota</b> – nepovinné, pouze v případě potřeby.</p>

<b>Programování robota</b>
<p><b>1. Předpokládaná posloupnost příkazů pro řízení robota</b> – pomocí grafických algoritmizačních nástrojů (např. DiagramDesigner, DIA) vypracujte algoritmické(á) schéma(ta) funkce(i) robota.</p> <p><b>cíl:</b> Jak bude robot fungovat?</p>
<p><b>2. Program činnosti robota</b> – sestavte vlastní program v SW MINDSTORMS NXT pro řízení zamýšlených činností robota.</p> <p><b>cíl:</b> Zprovoznit robota.</p>
<p><b>3. Změny v předpokládané posloupnosti příkazů pro řízení robota a v programu, popř. poznámky a připomínky související s programováním robota</b> – nepovinné, pouze v případě potřeby.</p>
<b>Činnost robota</b>
<p><b>Popis skutečné činnosti robota</b> – pomocí textu/fotografií/videoa zdokumentujte (zkušební) provoz robota.</p> <p><b>cíl:</b> Co robot reálně dělá?</p>
<b>Závěr</b>
<p><b>Hodnocení a prezentace projektu</b> – prostřednictvím textové hodnotící zprávy a s využitím PowerPointové prezentace seznámte účastníky kurzu s celkovým hodnocením stavby, programování a činnosti robota, vč. posouzení splnění / nesplnění hlavního cíle popř. dalších cílů projektu.</p>

Tab 4. Návrh individuálního žákovského / studentského edukačně robotického projektu

## Metodická doporučení

Přibližně v poslední třetině kurzu budou žáci či student pracovat na vlastních samostatných projektech využití robotiky. Výsledky práce budou prezentovány v závěru

kurzu, kdy bude také uskutečněno jeho zhodnocení. Výsledné výstupy studentů budou, vedle dalších dostupných zdrojů (např. rozhovorů s jednotlivými studenty, průběžně zpracovávaných dílčích úloh atd.), jedním z podkladů pro hodnocení kurzu. Po předchozích zkušenostech s tímto typem aktivit lze očekávat, že zatímco v průběhu celého kurzu se organizátoři a pedagogové budou obvykle setkávat s až nezvykle velkým nadšením pro práci na zadaných povinných i z kontextu plynoucích nepovinných úkolech a úlohách (to platí zejména o oblasti praktických činností se sety LEGO Mindstorms NXT), při finalizaci práce spojené s odevzdáním formálního výstupu ve standardizované podobě bude možné narazit na, v poslední době bohužel dosti obvyklou, nechuť studentů dotáhnout rozdělanou práci včas do zdárného konce. Všechny projekty by měly být důkladně propracovány, a mělo by u nich být vyžadováno nadstandardně výrazné zapojení žáků do realizace projektu popř. přesah z oblasti ICT do různých dalších vyučovacích předmětů.

Jako velmi významné se jeví využití podpory multimedií v průběhu kurzu. Některé pracovní postupy a výsledky práce studentů by měly být v průběhu kurzu fotografovány a zaznamenávány ve videosekvencích. Tato činnost by měla být, pokud možno, systematická. Z předchozích zkušeností se totiž ukazuje, že promyšlené využití digitální fotografie a multimedií by mohlo být velmi užitečné. Z tohoto důvodu je vhodné uvažovat o pořízení kvalitního videozáznamu ze všech důležitých částí kurzu, který by následně mohl být využit např. pro účely distanční podpory kurzu nebo při jeho závěrečné evaluaci. Dále bychom doporučili studentům, aby ve svých samostatných studentských projektech rovněž využili foto a videotechniku. Přínosné by byly zejména např. záznamy pracovních postupů při stavbě robotů, záznamy činnosti robotů, reportáže z přípravy jednotlivých částí projektu, instruktážní fotografie, videa atd.

Patrně ještě větší význam je třeba připsat případnému využívání digitálních učebních materiálů, zvaných též výukové objekty. Odborným termínem výukový objekt (v angličtině *learning object* – LO či *digital learning object* – DLO) je obvykle označován nezávislý digitální zdroj, který je bez výraznějších omezení opakovatelně využitelný pro vzdělávací

účely. Při jeho nasazení do výuky se předpokládá splnění určitého konkrétního vzdělávacího cíle.

Tato velmi široká definice umožňuje zařadit do kategorie výukových objektů téměř libovolnou elektronickou entitu blíže nespecifikovaného formátu a charakteru. Snahy o konkrétnější definici výukového objektu obvykle nejsou příliš úspěšné. Povaha výukových objektů, jež jsou z hlediska obsahu a rozsahu velmi různorodé, to téměř znemožňuje. Přesto je možné setkat se tendencemi stanovit výstižnější vymezení těchto zdrojů. Pozornost je přitom věnována především proklamované vícenásobné využitelnosti, minimálnímu omezení během nasazení do výuky a směřování k naplnění konkrétního vzdělávacího cíle. Má se za to, že tyto základní požadavky splňují zejména nezávislé zdroje menšího rozsahu, které nemají charakter komplexnějších celků podobných kupř. oddílům elektronických vzdělávacích systémů či lekcím rozsáhlých e-learningových kursů.

Termín „výukový objekt“ pochází z anglického termínu Learning object (LO). Správný překlad termínu by měl znít učební objekt. V praxi se však užívá též výukový objekt, resp. vzdělávací objekt, popř. materiál.

Vedle termínu Learning object se užívá též Reusable learning object (opětovně použitelný) nebo Shareable learning object (sdílený, společně využívaný) pro postžení hlavních vlastností těchto objektů

Podle standardizační autority LTSC (Learning Technology Standards Committee), jsou „výukové objekty definované jako nějaká entita, digitální nebo nedigitální, která může být použita, znovupoužitelná nebo citovaná během učení podporovaného technologiemi. Technologie využívající výukové objekty jsou např. počítačem podporovaná výuka, interaktivní výukové prostředí, distanční vzdělávací systémy či kolaborativní výukové prostředí. Příkladem výukových objektů může být multimediální obsah, vzdělávací

program, výukové cíle, instruktážní software a softwarové nástroje, osoby, organizace nebo události zmíněné během učení podporovaného technologiemi.“<sup>7</sup>

Digitální výukový (vzdělávací) objekt je tedy každá digitální entita, která může být použita, znovupoužita nebo citována při elektronicky podporovaném učení.

Výukový objekt je jednotkou libovolné velikosti, která obsahuje výukovou informaci. Výukový objekt se může skládat z jiných výukových objektů. Je to část výukového obsahu specifikovaná cílem, aktivitou a vyhodnocením žáka. Jde o základní stavební prvek e-learningu k výstavbě lekce, jednotky či kurzu. Výukový objekt může být jedna věta, obrázek, animace, video, komplexní struktura sestávající z řady textů a multimediálních prvků, i celý kurz. Každý výukový objekt se skládá z výukového obsahu a z popisných dat (metadat), která výukový objekt blíže specifikují.“<sup>8</sup>

Přesné vymezení termínu výukový objekt představuje mnohdy úskalí i pro tvůrce aplikací nesoucích výukový obsah, pro správce úložišť výukových objektů či pro učitele, kteří buď individuálně nebo pod hlavičkou některého z projektů zaměřených na výukové objekty s těmito zdroji pracují. Výše uvedené osoby pak obvykle pro potřeby své práce blíže upřesňují obecnou definici výukových objektů a uvádějí výčet konkrétních příkladů zdrojů, jež je možno považovat za výukové objekty. V praxi se tak obvykle setkáváme s přiřazením označení výukový objekt např. k určité interaktivní webové stránce, prezentaci, videosekvenci, hudební nahrávce, animaci, java apletu, objektu flash, aplikaci či programu menšího rozsahu, WebQuestu atd. Méně časté, avšak možné, je ztotožnění termínu výukový objekt též s textovým dokumentem, statickým obrázkem či běžnou internetovou stránkou.

---

<sup>7</sup> *Final draft standart : IEEE 1484.12.1-2002* [online]. 2002 [cit. 2009-07-25]. Dostupný z WWW: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>.

<sup>8</sup> MATOUŠEK, Petr. *Standardizované výukové materiály z obsahu Web 2.0*. Brno : Fakulta informatiky Masarykova univerzita, 2006. 71 s. Dostupný z WWW: <[http://is.muni.cz/th/44403/fi\\_m/dp.pdf](http://is.muni.cz/th/44403/fi_m/dp.pdf)>. Diplomová práce.

Způsob archivace a zpřístupnění výukových objektů není nikterak standardizován. Vzhledem k různorodé povaze jednotlivých zdrojů je v praxi používáno několik metod uchovávání výukových objektů. Od toho, jak jsou zdroje skladovány, se následně odvíjí řešení přístupu uživatelů k těmto zdrojům. Nejčastějším způsobem archivace výukových objektů je jejich soustředění do tzv. centralizovaných úložišť, do kterých je obvykle možné vstupovat prostřednictvím lokální počítačové sítě nebo internetu. Méně časté je soustředění výukových objektů na lokálních počítačových stanicích nebo na přenosných externích datových nosičích. Volba varianty skladování zdrojů vyplývá z technických možností provozovatele úložiště a reálných potřeb uživatelů výukových objektů. Některá úložiště jsou volně přístupná všem uživatelům bez omezení, někde je vyžadována registrace, přístup na některá úložiště je vyhrazen pouze vybraným uživatelům.

Objekty, jež jsou shromážděny v takovémto úložišti, jsou registrovány v souhrnném katalogu úložiště. Každý objekt je popsán prostřednictvím tzv. metadat. To jsou údaje, které stručně a výstižně charakterizují příslušné objekty a usnadňují jejich vyhledávání v katalogu. Z hlediska hierarchické úrovně obecnosti popisu rozeznáváme různé druhy metadat, např. syntaktická, strukturální, sémantická apod. Konkrétně se jedná kupř. o informace svědčící o datu publikace objektu, jeho velikosti, typu, jazyku, názvu, autorovi, tématickém okruhu, vyučovacím předmětu, časové náročnosti, sledovaných vzdělávacích cílech atd. Některá metadata jsou registrována úložištěm automaticky při vložení, jiná k výukovým zdrojům doplňují ručně jejich autoři nebo uživatelé.

Provozovateli úložišť výukových zdrojů jsou různé vzdělávací instituce, soukromé subjekty a v některých zemích garantuje činnost centrálního archivu výukových objektů stát prostřednictvím pověřené instituce, nejčastěji ministerstva školství. V České republice je v provozu několik rozsáhlejších úložišť výukových zdrojů spravovaných hlavně vzdělávacími institucemi. Většina těchto archivů je provozována v rámci aktivit vysokých škol (např. Dilleo – <http://dilleo.osu.cz/>, Telmae – <http://telmae.karlov.mff.cuni.cz/>, Merlingo – <http://merlingo.vsb.cz/> atd.). Pro podporu výuky na ZŠ a SŠ jsou určeny kupř. úložiště Veškole.cz (<http://www.veskole.cz>; vzniklo původně ze soukromé iniciativy tří



základních škol) a DUM – Digitální Učební Materiály (<http://dum.rvp.cz>; jde o rozšíření státem garantovaného Metodického portálu Výzkumného ústavu pedagogického v Praze).

Od dob vzniku prvních výukových objektů doprovází jejich existenci myšlenka přenositelnosti a sdílení těchto zdrojů mezi jednotlivými uživateli a v případě potřeby také úložišti. Z obecné definice výukového zdroje možnost přenositelnosti a univerzální mnohonásobné použitelnosti přímo vyplývá. Provozovatelé některých úložišť výrazně podporují sdílení výukových objektů mezi uživateli tím, že umožňují k zveřejněným zdrojům přístup všem zájemcům a současně všem autorům dovolují publikovat vlastní výtvořky na svých úložištích. Vedle toho často ještě komunitu tvůrců a uživatelů elektronických výukových zdrojů metodicky podporují a různými pobídkami stimulují k další tvorbě a vzájemné spolupráci. Některá úložiště podporují sdílení materiálů v omezeném rozsahu, kupř. s uplatněním zásad reciprocity. Pouze v několika málo případech, většinou u ryze komerčních serverů, sdílení a výměna materiálů nejsou podporovány.

Sdílení a vícenásobné využití výukových objektů vyžaduje od tvůrců výukových zdrojů, správců úložišť a koncových uživatelů spolupráci v mnoha oblastech. Je třeba zajistit přenositelnost zdrojů a přitom zohlednit požadavky pedagogické, odborné, právní, jazykové a technické. Při přenosu zdrojů mezi jednotlivými úložišti mohou nastat problémy nekompatibility vzdělávacích systémů, úrovně požadovaných odborných znalostí, platného pojetí autorského práva, preferovaných systémových platforem atd. I přes existující komplikace však sdílení výukových zdrojů v řadě případů funguje, a to jak na národní, tak na mezinárodní úrovni.

Konkrétní způsob využití výukových objektů ve výuce závisí na formátu a obsahu příslušného objektu a na vzdělávacích cílech, kterých má být použitím těchto zdrojů dosaženo. Podle povahy výukového zdroje a dle aktuální potřeby pracuje s objektem buď pouze učitel, přičemž využívá standardních či doplňkových prostředků ICT (např. počítače, dataprojektoru, audiozařízení, interaktivní tabule atd.) nebo podle pokynů učitele též žáci či studenti, kteří mají k dispozici prostředky ICT (obvykle pracovní PC stanice). Práci s výukovým objektem je možné, a většinou i vhodné, v rámci vyučovací jednotky

kombinovat s jinými aktivitami, např. s tradičním frontálním výkladem, procvičováním, skupinovou prací, projektovou aktivitou, činností s dalšími výukovými objekty apod. Práce s výukovým zdrojem nemusí být dlouhá, s ohledem na typ objektu může trvat pouze několik málo minut. Výukový objekt může být i východiskem pro samostatnou či domácí práci žáků nebo studentů. Pro zajištění efektivity zdroje ve výuce je důležité vyhledat či vytvořit atraktivní, srozumitelný a funkční výukový objekt. Promyšlení postupu práce s objektem, rozvržení jednotlivých činností během hodiny a ověření funkčnosti všech technických prostředků je nezbytnou součástí přípravy na výuku. V některých případech je možné do přípravy výukových objektů zapojit i samotné žáky či studenty.

V říjnu 2005 byl zahájen jako součást 6. rámcového programu Evropské komise mezinárodní projekt Calibrate (<http://eun.dzs.cz/calibrate.htm>), který byl až do svého ukončení na mezinárodním pracovním setkání pořádaném v závěru března 2008 v Budapešti společně organizován evropským vzdělávacím portálem European Schoolnet (EUN – <http://www.eun.org/>) a ministerstvy školství osmi států EU vč. České republiky. Cílem tohoto projektu byla podpora spolupráce učitelů v oblasti aktivit s výukovými objekty. Šlo o dosud nejrozsáhlejší evropskou aktivitu, zaměřenou na problematiku sdílení a využívání výukových objektů. V rámci tohoto projektu byla propojena a do centrálního katalogu namapována existující národní úložiště výukových objektů ze zúčastněných zemí. Učitelům zapojeným do projektu se tak otevřel přístup k více než 11000 elektronických výukových zdrojů, které mohou po vyhledání na portálu ústředního katalogu využít ve svých hodinách. Úkolem pedagogů bylo ověřit funkce jednotlivých podpůrných prostředků určených k vyhledávání výukových zdrojů a popsat ve standardizovaných dokumentech způsob využití v katalogu nalezených zdrojů v reálné výuce. V budoucnosti by právě z těchto jednotně uspořádaných a do příslušných jazyků přeložených dokumentů měli vycházet další učitelé při výběru vhodných výukových objektů pro své hodiny.

V rámci projektu Calibrate byl také vyvíjen a postupně zpřístupňován opensource portál Lemill (<http://lemill.net>) určený pro publikaci a tvorbu výukových lekcí využívajících digitálních vzdělávacích objektů. Jedná se o internetové komunitní prostředí, které

uživatelům slouží jednak jako úložiště výukových lekcí a dále pak jako prostor, v němž lze s pomocí integrovaných nástrojů vytvářet výukové lekce a jednoduché elektronické výukové objekty. Všechny lekce a objekty jsou prostřednictvím internetu volně přístupné a po jednoduché registraci do systému je možné uložená data sdílet a modifikovat. Pochopitelně lze na portálu vytvářet také nový vlastní výukový obsah. Cestu k webu Lemill si našlo již několik desítek českých učitelů, řada z nich v souvislosti se společnou soutěží projektu Calibrate a portálu Lemill, která proběhla na jaře 2008. Během této soutěže učitelé vytvářeli a prezentovali své lekce využívající na internetu volně dostupné elektronické výukové objekty.

Výukové objekty se v současnosti řadí mezi plnohodnotné zdroje výukového obsahu, podobně jako vzdělávací software či elektronické vzdělávací systémy. Jejich charakteristické vlastnosti je předurčují k opakovanému efektivnímu využití při naplňování vzdělávacích cílů. Důležitým aspektem úspěšné práce s výukovými objekty je možnost široké spolupráce zainteresovaných pedagogů a dalších odborníků při tvorbě, vyhledávání, hodnocení, sdílení a využívání těchto elektronických výukových zdrojů.

## **9. Ověření návrhu koncepce edukačně robotických vzdělávacích aktivit prostřednictvím realizace výzkumného projektu**

V rámci činností vyplívajících z přípravy a realizace této práce byl uskutečněn výzkumný projekt, který se tematicky a obsahově překrýval a propojoval s projektem Grantové agentury UK č. 377711. Autor této práce byl hlavním řešitelem projektu. Následující odstavce charakterizují podrobně realizaci všech činností uskutečněných v rámci výzkumného projektu k této závěrečné práci a výzkumného projektu GAUK. Vyhodnocovaná data a prezentované výsledky vycházejí ze souhrnu všech dostupných dat získaných v průběhu obou projektů od všech respondentů zapojených do těchto projektů. Pro zjednodušení deskripce realizovaných aktivit je v dalším textu používáno na místo výrazu „projekty“ slovo „projekt“. Celkové množství respondentů zapojených do projektu je uvedeno v části textu zaměřené na prezentaci výsledků. Projekt byl zaměřen

do oblasti využití moderních technologických prostředků a inovativních přístupů ke vzdělávání ve výukové praxi a při přípravě budoucích učitelů technických, technologických a přírodovědných předmětů. Aktivita řešitelů směřovala k důkladnému ověření možnosti začlenění edukační robotiky teoreticky podpořené konstruktivistickými koncepty do reálné školní výuky a k následné modifikaci programu přípravy studentů učitelství. Doba trvání projektu byla 2 roky. V průběhu prvního roku projektu se předpokládala realizace modelové experimentální výuky edukační robotiky na vybraných základních a středních školách. Součástí této etapy byla i podrobná víceúrovňová analýza veškerých uskutečněných aktivit. Získané poznatky byly uplatněny v následné části projektu, jejíž realizace proběhla ve druhém roce. Tato etapa byla orientována do sféry přípravy studentů učitelství technických, technologických a přírodovědných předmětů na implementaci edukační robotiky a konstruktivistických přístupů do jejich budoucí výuky.

Dlouhodobý pokles zájmu žáků a studentů našich škol o technické, technologické a přírodovědné předměty, zřetelně patrný z výsledků mnoha v nedávné době uskutečněných šetření, vyvolává potřebu přijmout odpovídající opatření, která by atraktivitu těchto oborů opět zvýšila. Vhodné uplatnění dosud méně využívaných pedagogických přístupů v podobě doplňku či alternativy k tradičnímu pojetí vzdělávání a rovněž implementace moderních technologií může být jednou z cest, jak do budoucna přilákat absolventy základních a středních škol ke studiu technických, technologických a přírodovědných oborů na následných vzdělávacích stupních. Vysoký potenciál lze spatřovat zejména v nástrojích rozvíjejících technické myšlení, představivost a tvořivost žáků, a to bez vazby na jednu úzce omezenou tematickou oblast, ale naopak se značným interdisciplinárním přesahem. Současně s tím lze pociťovat potřebu provázání realizace činností prostřednictvím zvoleného technologického nástroje s adekvátním pedagogickým konceptem. V souvislosti s možnostmi praktického využití při výuce na našich základních a středních školách se náš zájem orientuje na oblast edukační robotiky a do sféry konstruktivismu.

Konstruktivistické pojetí vzdělávání, jehož duchovním otcem je Jean Piaget, se od tradičních pedagogických konceptů odlišuje především rozdílným chápáním vztahu mezi

učitelem a žákem a posunem aktivity a odpovědnosti za získání znalostí blíže k osobě žáka či studenta. Doposud převážně jednosměrně orientovaný vztah mezi učitelem a žákem založený u tradičního přístupu na principu nadřazenosti a podřazenosti střídá při aplikaci konstruktivistického pojetí vyvážené partnerství mezi kolegy. Mění se role účastníků vzdělávacího procesu a rovněž míra aktivity, kterou vykazují. Roste především iniciativa žáků. Žáci se sami propracovávají ke znalostem a učitelé jsou jejich průvodci, rádci a organizátory jejich činností. Takováto změna poměrů je typická, mimo jiné, pro výuku vycházející z teorie konstruktivismu. Žák podle této teorie sám aktivně konstruuje své znalosti na základě informací a zkušeností, jež postupně získává během života. Tento názor dále rozvíjí teorie konstrukcionismu Seymoura Paperta, která identifikuje neefektivnější způsob konstrukce žákovských znalostí v sérii návazných praktických činností žáků vedoucích k vytvoření reálného, pro ně atraktivního produktu.

Pro oblast výukového využití technologií jsou teorie konstruktivismu a konstrukcionismu obzvlášť nosné. Právě v této sféře se totiž aktivity žáků velmi často orientují na realizaci různých praktických činností, jejichž výsledkem je konkrétní produkt, a při kterých žáci sami konstruuji své znalosti. Podmínkou úspěšného průběhu konstruktivisticky pojeté výuky je její kvalitní organizační zajištění ze strany učitele vycházející ze znalosti všech aspektů tohoto konceptu. Je tedy pochopitelné, že při přípravě budoucích učitelů technických a přírodovědných předmětů v oblasti implementace edukační robotiky do vzdělávání je vhodné udržovat vazby s konceptem konstruktivismu.

Robotika i konstruktivismus odděleně, bez hlubších vzájemných vazeb, je častým předmětem zájmu mnoha odborníků z nejrůznějších specializovaných pracovišť u nás i v zahraničí. Do těchto samostatných, úzce vymezených oblastí se navrhovaný projekt jednoznačně neprofiloval. Sledoval sféru dosud poměrně opomíjenou – edukační robotiku v kontextu konstruktivistického přístupu – tj. oblast aplikované robotiky do vzdělávání s vazbou na teorii konstruktivismu. Podobné problematice se v poslední době hlouběji věnovala patrně pouze vybraná evropská univerzitní pracoviště v rámci mezinárodního projektu Comenius 2.1 TERECoP 128959-CP-1-2006-1-GR-COMENIUS-C21 (School of Pedagogical and Technological Education, Patras, Řecko; Institut Universitaire

de Formation des Maitres d'Aix-Marseille, Marseille, Francie; Università di Padova, Padova, Itálie; University of Pitesti, Pitesti, Rumunsko; Pedagogická fakulta UK v Praze, Praha, ČR; Public University of Navarre, Pamplona, Španělsko). Do tohoto projektu byl řešitel aktivně zapojen a mohl využít a dále rozpracovat jeho výsledky v projektu výzkumném Předmětem zájmu účastníků projektu TERECoP byla však pouze obecná, v mezinárodním měřítku univerzálně použitelná, metodika přípravy budoucích učitelů na začlenění robotiky do výuky bez přímé vazby na konkrétní reálně uskutečňovanou výuku ve školách.

Uskutečněním projektu došlo k ověření možností implementace a didaktického potenciálu edukační robotiky jako prostředku pro podporu konstruktivisticky pojaté výuky, který mohou ve své pedagogické praxi zužít učitelé ZŠ a SŠ. Po důkladném seznámení s didaktickými specifiky a funkčními možnostmi edukační robotiky roste metodická vybavenost učitelů a rozšiřuje se škála výukových nástrojů uplatnitelných v pedagogické praxi. Projekt byl tematicky příbuzný s dříve na pracovišti řešeným mezinárodním projektem Comenius 2.1 TERECoP, zaměřeným však pouze na obecné aspekty edukační robotiky, bez přímé vazby na konkrétní podmínky transformace naší vzdělávací soustavy, kurikulární specifika rámcových vzdělávacích programů a podmínky reálné výuky ve školách.

K realizaci projektu bylo zapotřebí mít k dispozici nezbytné technologické a další doplňkové vybavení. Klíčovou součástí technologického vybavení byly robotické sady a příslušný software. Ostatní vybavení - např. prezentační technika, PC stanice, tiskárny apod. - bylo k dispozici v rámci odborných učeben využívaných řešiteli a na spolupracujících základních a středních školách.

Doplňkového vybavení bylo použito pro potřeby přípravy teoretických a metodických materiálů nezbytných pro realizaci projektu. Převážně se jednalo o kancelářské potřeby, datové nosiče a pomůcky pro realizaci publikační činnosti spojené s řešením projektu, manuály a odbornou literaturu.

Hlavním cílem projektu bylo ověřit možnosti implementace a didaktická specifika edukační robotiky a analyzovat aspekty využití edukační robotiky jako prostředku pro

podporu konstruktivisticky pojaté výuky při vzdělávání na českých základních a středních školách.

Dalším cílem projektu byla elaborace koncepčních a metodických materiálů pro inovaci programu výuky ICT a technicky orientovaných předmětů na ZŠ a SŠ.

Řešitel usiloval o to, aby kvalifikovaně posoudil a odpovídajícím způsobem zdůvodnil, je-li edukační robotika vhodným prostředkem pro podporu výuky, za jakých podmínek a s jakými metodickými přístupy. Výsledky práce řešitele měly naznačovat, zda praktické využití edukační robotiky ve školní výuce vede ke zvýšení kvality vzdělávání a má-li vliv na naplňování cílů vzdělávání. S ohledem na to navrhne řešitel tým modifikaci kurikulárních dokumentů školy tak, aby učitelé, žáci, studenti byli s možnostmi a didaktickými aspekty edukační robotiky dostatečně seznámeni a byli kompetentní ji použít ve výuce. Současně řešitel zhotovil sadu komplexních metodických materiálů pro podporu edukační robotiky použitelných ve školní praxi.

Realizace navrhovaného projektu předpokládala, s ohledem na nezbytnost komplexního přístupu k řešené problematice, účelné propojení teoretické a empirické složky práce řešitelského týmu. Při plnění cílů a řešení úkolů projektu bylo užito teoretických i empirických metod. Teoretické metody byly využity zejména při přípravě výzkumné části v první etapě projektu. Analýza primárních a sekundárních zdrojů posloužila k zakotvení následného empirického výzkumu do pedagogické teorie a umožnila koncipovat a aplikovat projekt. Těžiště práce bylo postaveno na empirických kvalitativních metodách. Byl to především akční výzkum zaměřený na ověření zkoumaných strategií výuky na základě analýzy modelové experimentální výuky a dalších dílčích mikrostudií spojených s pozorováním a rozhovory s účastníky výzkumu. Tyto metody byly doplněny metodami kvantitativními - dotazníkovým šetřením a analýzou záznamu textové a hlasové komunikace účastníků projektu.

Těžiště teoretické roviny bude spočívalo v důkladném studiu a analýze v domácích i zahraničních dostupných odborných textů o problematice edukační robotiky a konstruktivismu. V centru pozornosti bylo zejména studium a analýza materiálů

odpovídajícího zařazení, tedy zaměřených na sledování cílové problematiky v primárním, sekundárním a terciárním stupni vzdělávací soustavy.

V rovině empirické se předpokládalo a realizovalo provedení terénního šetření, které prověřilo efektivitu využití edukační robotiky pro podporu výuky na českých základních a středních školách. Edukační robotika byla využita při modelové praktické výuce na základní a střední škole. Za tímto účelem byla navázána spolupráce s učiteli na základních a středních školách a s nedávnými absolventy příslušných pedagogických oborů. Tito spolupracovníci byli nápomocni řešiteli při výběru vhodných kontrolních skupin žáků a zajišťování nezbytného technologického zázemí podle možností konkrétní školy.

Náplní první etapy projektu byla metodická a technická příprava modelové experimentální výuky, resp. práce žáků s robotickými stavebnicemi pod metodickým vedením řešitele a spolupracovníků a víceúrovňová analýza veškerých uskutečněných aktivit podle následujícího harmonogramu (za předpokladu obvyklé týdenní hodinové dotace informatických předmětů v rozsahu 1 – 2 vyučovací hodiny na jednu třídu, při realizaci na 2. st. ZŠ nebo na SŠ):

- 1. měsíc – představení edukační robotiky, seznámení s robotickými sadami LEGO® MINDSTORMS® Education NXT, úvodní motivační a demonstrační úlohy
- 2. měsíc – tvorba vlastních návrhů robotických modelů pomocí freewarového grafického 3D nástroje LEGO® Digital Designer
- 3 - 4. měsíc – práce s robotickými sadami, základy algoritmizace a programování v softwaru LEGO® MINDSTORMS® Education NXT Software 2.0
- 5. – 6. měsíc – pokročilé činnosti s robotickými sadami s interdisciplinárním přesahem do dalších technických a přírodovědných předmětů
- 7. – 12. měsíc – zpracování, analýza a vyhodnocení dat získaných během modelové praktické výuky; bude realizováno již mimo školy na pracovišti řešitelů

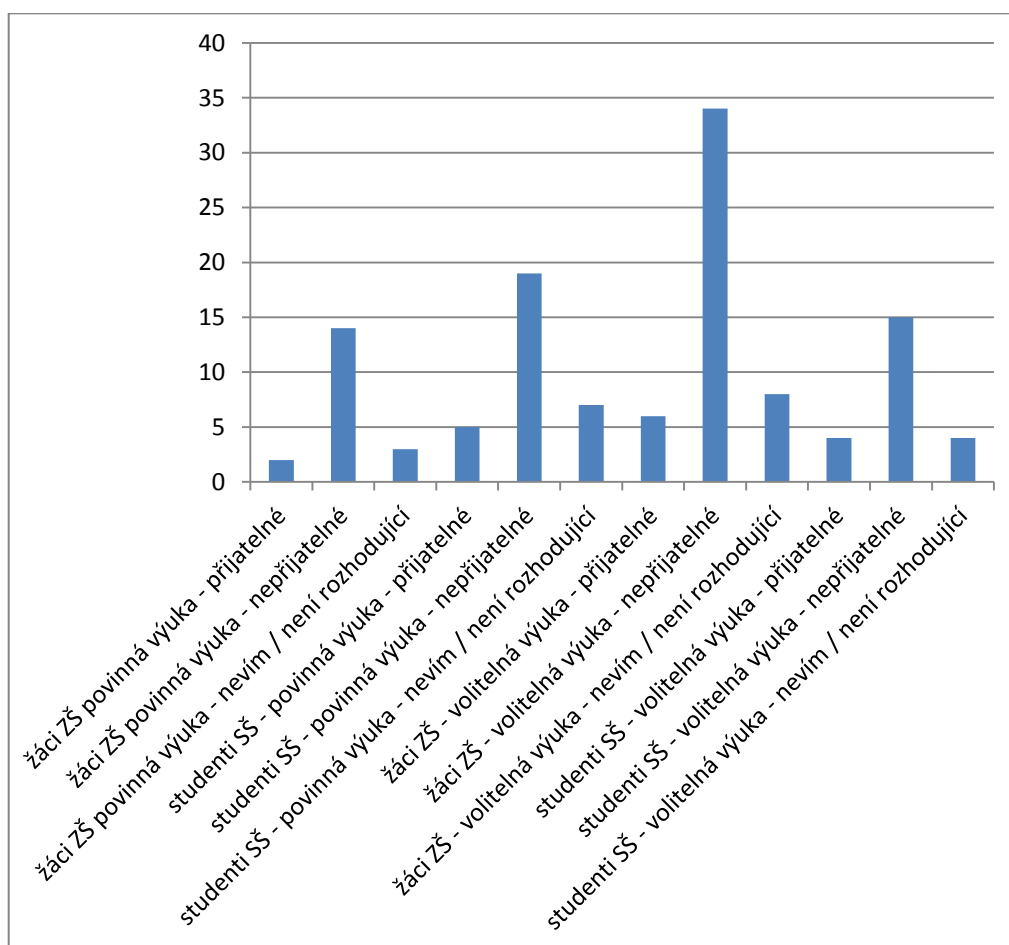
Výše uvedený harmonogram aktivit je již konkrétní modifikací obecného konceptu projektu edukačněrobotických aktivit popsaného v dřívějším textu výše. Jak již bylo zmíněno v textu u návrhu projektu, v praxi bylo nutné provést dílčí modifikace návrhu



s ohledem na dostupný čas pro realizaci výukových jednotek a rovněž s ohledem na typ realizované výuky, resp. v obecné rovině aktivit. Edukačněrobotický projekt by realizován v různorodých skupinách, které lze generalizovaně rozdělit na skupiny žáků ZŠ a studentů SŠ, přičemž tyto skupiny se rekrutovali jednak z účastníků povinné výuky infromatických předmětů v rámci standardního (povinného) rozvrhu a jednak z účastníků volitelných učebních jednotek, resp. zájmových útvarů. Přesné počty účastníků projektu jsou obsahem tabulky situované níže. Modifikace rozložení jednotlivých tematických bloků odpovídala typům výuky popsaným v této práci a časovým dotacím, které jsou sumarizovány v závěru této kapitoly. Zásadní změnou v harmonogramu aktivit bylo pouze rozložení teoretické složky do celého průběhu projektu / kurzu, přičemž tento experiment realizovaný pouze ve 2 zapojených skupinách žáků a studentů nebyl pozitivně přijat, a to jak při samotné realizaci, tak ani při teoretické variantě volby možností 2 variant uspořádání projektu / kurzu před zahájením kurzu řešené dotazníkem před zahájením kurzu. Výsledky průzkumu postují žáků, resp. studentů k možnosti volby varianty s rozložením teorie do celého projektu / kurzu oproti variantě úvodního seznámení se s teorií v rámci prvních setkání prezentuje tabulka a graf níže (Tab 5. a Graf 4.). Výsledky se jeví být logické, neboť varianta s rozložením teorie do většího množství výukových lekcí předpokládá v konečném důsledku větší pravděpodobnost snížení času určeného pro praktické aktivity s robotickými sadami a tím snižuje atraktivitu takto realizované varianty pro žáky a studenty.

Přijatelnost volby varianty edukačněrobotického projektu / kurzu s rozložením teorie do celého kurzu	
žáci ZŠ povinná výuka - přijatelné	2
žáci ZŠ povinná výuka - nepřijatelné	14
žáci ZŠ povinná výuka - nevím / není rozhodující	3
studenti SŠ - povinná výuka - přijatelné	5
studenti SŠ - povinná výuka - nepřijatelné	19
studenti SŠ - povinná výuka - nevím / není rozhodující	7
žáci ZŠ - volitelná výuka - přijatelné	6
žáci ZŠ - volitelná výuka - nepřijatelné	34
žáci ZŠ - volitelná výuka - nevím / není rozhodující	8
studenti SŠ - volitelná výuka - přijatelné	4
studenti SŠ - volitelná výuka - nepřijatelné	15
studenti SŠ - volitelná výuka - nevím / není rozhodující	4

Tab 5. Přijatelnost volby varianty projektu / kurzu s rozložením teorie do celého kurzu



Graf 4. Přijatelnost volby varianty projektu / kurzu s rozložením teorie do celého kurzu

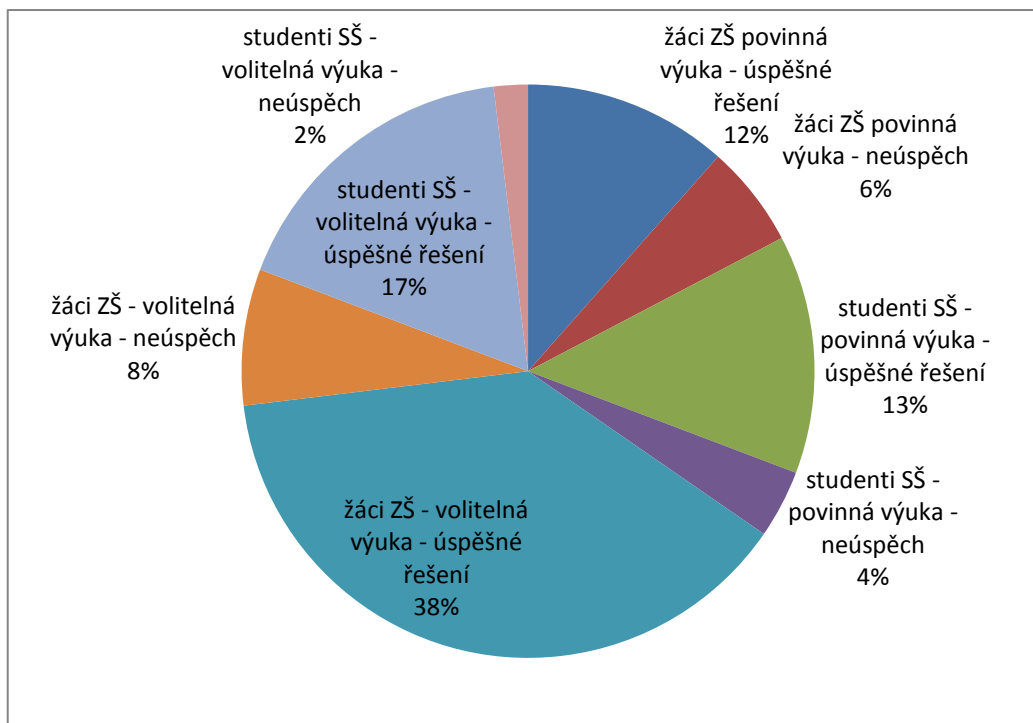
Pozornost řešitele týmu se, s přihlédnutím ke specifickým edukační robotiky a konstruktivistických konceptů, zaměřila na vlastní výukové aktivity i na veškeré vytvořené materiály (např. prekonceptuální dotazníky, podkladové materiály, přípravy žáků, výstupní materiály, reflexní dotazníky, standardizované dotazníky tvořivosti atd.).

Ve druhé etapě projektu byly poznatky získané v první fázi využity jako výchozí materiál pro aplikaci edukační robotiky do modelového vzdělávacího kurzu edukační robotiky pro žáky ZŠ a studenty SŠ. Účastníci kurzu se setkali v několika vícehodinových výukových blocích. Nad rámec těchto výukových bloků měli žáci a studenti možnost využít pravidelné konzultace vedené řešitelem projektu. Část setkání byla věnována převážně teoretickým otázkám (konstruktivismus, konstrukcionismus, robotika), další setkání byla již převážně zaměřena na praktické činnosti. Cílem kurzu bylo připravit účastníky na reálné využití získaných znalostí a dovedností z oblasti využití robotiky v konstruktivisticky pojaté výuce v jejich praxi či při dalším studiu. Výuka se konala ve specializovaných učebnách s ICT vybavením a dostupnými sadami. Žáci a studenti měli k dispozici osobní počítače s nainstalovanými programy potřebnými k jejich práci (návrhový SW LEGO® Digital Designer a programovací SW LEGO® MINDSTORMS® Education NXT Software 2.0) a sady stavebnice LEGO® MINDSTORMS® Education NXT. Účastníci kurzu pracovali ve dvojicích (rozvíjení týmové spolupráce). K potřebným podpůrným materiálům získali žáci a studenti přístup prostřednictvím LMS Moodle, používaného standardně ve výuce (např. k teoretickým zdrojovým textům, instruktážním prezentacím, ukázkovým programům atd.) nebo z odkazovaných volných internetových zdrojů (např. k návrhovému SW LEGO® Digital Designer, dalším ukázkovým programům atd.). V poslední třetině kurzu žáci a studenti pracovali na vlastních samostatných projektech výukového využití robotiky při konstruktivisticky pojaté výuce. Výsledky práce byly prezentovány v závěru kurzu, kdy bylo také uskutečněno jeho zhodnocení. Výsledné výstupy žáků a studentů byly, vedle dalších dostupných zdrojů (např. rozhovorů s jednotlivými studenty, průběžně zpracovávaných dílčích úloh atd.), jedním z podkladů pro hodnocení kurzu. Návratnost projektů (úspěšnost jejich řešení) byla poměrně vysoká, jak znázorňuje tabulka a graf níže (Tab 6. a Graf 5.), přičemž dle očekávání byla větší – téměř 100% - návratnost u projektů realizovaných ve volitelných výukových jednotkách a zájmových útvarech, s ohledem na

vysokou motivaci žáků, resp. studentů a jejich zápal pro problematiku edukační robotiky. Počet celkově realizovaných (úspěšných i neúspěšných) projektů je menší než počet zapojených žáků a studentů, a to vzhledem k tomu, že žáci a studenti pracovali dle svých preferencí v dvou či tří člených skupinkách.

Úspěšnost žáků, resp. studentů při realizaci vlastních robotických projektů (splněny cíle projektu)	
žáci ZŠ povinná výuka - úspěšné řešení	6
žáci ZŠ povinná výuka - neúspěch	3
studenti SŠ - povinná výuka - úspěšné řešení	7
studenti SŠ - povinná výuka - neúspěch	2
žáci ZŠ - volitelná výuka - úspěšné řešení	20
žáci ZŠ - volitelná výuka - neúspěch	4
studenti SŠ - volitelná výuka - úspěšné řešení	9
studenti SŠ - volitelná výuka - neúspěch	1

Tab 6. Úspěšnost při realizaci vlastních robotických projektů (splněny cíle projektu)



Graf 5. Úspěšnost při realizaci vlastních robotických projektů (splněny cíle projektu)

V průběhu kurzu probíhalo pořizování videozáznamu ze všech jeho důležitých částí, který byl následně využit pro účely metodické podpory. Užitečné byly např. záznamy pracovních postupů při stavbě robotů, záznamy činnosti robotů, reportáže z přípravy jednotlivých částí projektu, instruktážní fotografie, videa atd. Během druhé etapy projektu byly ze získaných dat soustavně připravovány metodické materiály pro podporu edukační robotiky a vypracováván návrh na úpravu programu přípravy kurikulárních dokumentů na příslušných školách.

Prezentace výsledků byla provedena ve shodě s výše popsaným způsobem řešení projektu. Publikované výsledky projektu byly z části tvořeny textovými materiály převážně teoretické povahy, druhá část pak měla převážně podobu konkrétních výstupů praktických aktivit, tedy především materializovaných modelů sestavených z komponent robotických sad. Tyto výsledky nebylo, bohužel, možné trvale uchovat, neboť sady po skončení projektu byly dále využívány k jiným edukačním aktivitám. Realizované výstupy však byly zaznamenány v podobě fotodokumentace a rovněž byly uchovány v elektronickém archivu veškeré digitální materiály související s tvorbou modelů. V textových materiálech provedl řešitel shrnutí podstatných poznatků z oblasti aplikace edukační robotiky do výuky na školách a předložil tak vyhodnocení této aplikace. V těchto materiálech byl rovněž publikován návrh řešitele na úpravu programu výuky na školách tak, aby žáci a studenti byli s edukační robotikou kvalifikovaně seznámeni. Následně došlo k promítnutí této skutečnosti do kurikulárních materiálů vybraných studijních předmětů. Za výstupy praktických aktivit, které rovněž byly součástí prezentovaných výsledků projektu, je možno považovat metodické materiály vytvořené při realizaci a hodnocení modelové praktické výuky na základních a středních školách. Konkrétně reprezentuje výsledky např. vytvořený, průběžně modifikovaný a stále využívaný Moodle kurz edukační robotiky nebo metodická příručka dostupná v elektronické variantě v rámci zmiňovaného Moodle kurzu a v materializované podobě v knihovně Pedagogické fakulty UK v Praze, v Národní knihovně ČR a v Městské knihovně v Praze. Výsledky projektu jsou variantně přístupné v elektronickém archivu řešitele a byly též publikovány v elektronické podobě. Zájemcům o výsledky projektu byly poskytnuty informace také prostřednictvím elektronických nosičů, vystoupení na odborných setkáních a seminářích, jichž se řešitel

zúčastnil, a dále prostřednictvím webových portálů „Učitelský spomocník“ (<http://www.spomocnik.cz/>) a „Česká škola“ (<http://www.ceskaskola.cz/>).

Řešitel se v rámci plnění stanovených cílů projektu zaměřil na ověřování možností implementace edukační robotiky využívající teoretických přístupů konstruktivismu a konstrukcionismu do koncepce přípravy technických, technologických a přírodovědných předmětů, jakož i do reálné školní výuky na ZŠ a SŠ. Současně se též řešitel zabýval tvorbou koncepčních a metodických materiálů určených pro účely inovace přípravy žáků a studentů na jednotlivých školách.

Součástí řešení projektu byla realizace edukačně-robotických výukových aktivit na vybraných spolupracujících školách (1 pilotní a následně 1 standardní běh kurzu edukační robotiky pro žáky a studenty ZŠ a SŠ s časovou dotací 1,5 hodiny týdně; celkem zapojeno 19 žáků a 31 studentů) a výukových aktivit na dalších spolupracujících a partnerských ZŠ a SŠ (standardní a povinně volitelná 1 pololetí trvající výuka s časovou dotací 3/4–1,5 hodiny týdně v experimentálních a kontrolních skupinách na 2 ZŠ a 2 SŠ; celkem zapojeno 48 žáků a 23 studentů – viz Tab. 7) doprovázených následným výzkumem využívajícím kvantitativních a kvalitativních metod. Na základě výsledků uskutečněných výukových aktivit a návazného výzkumu lze konstatovat, že edukační robotika opřená o teoretická východiska konstruktivistická a konstrukcionistická, rozšiřuje významně možnosti edukace v oblasti sledovaných předmětů, a to zejména na úrovni uplatňování výukových metod, realizace výukových cílů a rovněž má podstatný vliv na motivaci studujících.

Celkové množství žáků a studentů zapojených do edukačněrobotických projektů v rámci výzkumného projektu	
žáci ZŠ povinná výuka	19
studenti SŠ - povinná výuka	31
žáci ZŠ - volitelná výuka	48
studenti SŠ - volitelná výuka	23

Tab 7. Počty žáků a studentů zapojených do edukačněrobotických projektů v rámci výzkumného projektu

Řešitel také v rámci realizace projektu usiloval o co nejširší publikační činnost – ve sbornících mezinárodních konferencí byly publikovány 4 příspěvky; po 1 příspěvku v ČR, na Slovensku, v Itálii a v Turecku. Všechny sborníky jsou opatřeny ISBN, v 1 případě (konference ICEEPSY 2012) byl příspěvek publikován též v časopise Procedia. V oblasti metodických materiálů řešitel vydal příručku pro žáky a studenty (opatřenou ISBN) a byl vytvořen rozsáhlý kurz v on-line prostředí Moodle.

## **10. Závěr**

Zásady, metody a postupy konstruktivisticky pojaté výuky mají bezesporu na našich školách své místo a vhodně se doplňují s dalšími obecně užívanými koncepty. Předpokladem pro jejich smysluplné využití je dostatečná teoretická a praktická průprava pedagogů, jež tento přístup ve vzdělávacím procesu využívají, kvalitní materiální vybavenost škol, na kterých jsou edukačně robotické aktivity realizovány, jakož i kvalitní didaktické a metodické zabezpečení edukačně robotických aktivit a projektů. Pro učitele technické a informační výchovy je výhodné využít potenciálu ICT, s jejichž pomocí lze mnohé aktivity v konstruktivisticky pojaté výuce realizovat snáze a s výrazně lepšími výsledky.

Střednědobé výukové projekty, kurzy edukační robotiky a rovněž prvky edukačně robotických aktivit implementované do tradiční výuky především technických a přírodovědných předmětů opírající se o teoretické poznatky konstruktivismu a konstrukcionismu a méně obvyklé využití výukových technologií v pedagogické praxi mohou vhodně doplnit dosud využívané pedagogické přístupy, přičemž lze očekávat, že vliv začlenění edukačně robotických aktivit do výuky bude mít v převážně většině případů pozitivní dopad nejen na zvýšení atraktivity výuky související s motivací student, ale také na výsledky vzdělávacího procesu.

Úspěšný průběh, splnění stanovených cílů a zaznamenaný pozitivní ohlas aktivit, které autor práce dosud v prostředí základních a středních škol s využitím edukačně robotických sad a s oporou v teoretických přístupech konstruktivismu a konstrukcionismu realizoval,

nás utvrzuje v přesvědčení, že edukační robotika má své místo v oblasti implementace technologických didaktických prostředků do edukační reality.

Hlavním cílem práce bylo zmapovat, popsat a komplexně metodicky podchytit edukační robotiku, kterou je možno vnímat jako specifický druh didaktického prostředku využitelného při vzdělávání na základních a středních školách. Autor soudí, že tento cíl byl vytvořením práce splněn, a že text práce v dostatečné míře poskytuje případným zájemcům o realizaci edukačněrobotických aktivit informační a metodickou podporu. Na hlavní cíl práce navazovaly dílčí cíle, které se podařilo rovněž naplnit. V práci byly definovány a charakterizovány klíčové pojmy robotiky a edukační robotiky. Byla vymezena teoretická východiska implementace edukačně robotických sad do výuky, zejména s ohledem na význam konstruktivistického přístupu k edukaci a kooperativních metod výuky. V rámci práce byl navržen a zrealizován projekt využití edukačněrobotických sad Lego ve výuce na ZŠ a SŠ. Získaná data byla analyzována a v návaznosti na to byla vyhodnocena navržená metodika, přičemž bylo možné konstatovat, že není třeba činit v této rovině významnějších zásahů do vytvořených metodických materiálů. V rámci realizace výzkumného projektu byl zhotoven a zpřístupněn Moodle kurz edukační robotiky a odborná příručka, která je dostupná v elektronické i tištěné podobě. Celkově lze hodnotit navrženou koncepci vzdělávacích edukačněrobotických kurzů jako úspěšně využitelnou a opakovaně realizovatelnou.

Dalším cílem závěrečné práce bylo poskytnout učitelům základních a středních škol, kteří mají v úmyslu využít ve výuce nástrojů edukační robotiky, vzhled do dané problematiky prostřednictvím sumarizace klíčových teoretických poznatků z předmětné oblasti a dále pak skrze metodické materiály a další zdroje didaktické povahy podpořit realizaci edukačně robotických aktivit ve vzdělávacím procesu. S ohledem na to práce v teoretické části obsahuje kapitoly, jejichž prostřednictvím je charakterizována robotika, edukační robotika, konstruktivismus a konstrukcionismus. Praktická část práce se zaměřila na podrobný popis edukačně robotických sad spol. LEGO a na představení návrhů na využití těchto sad ve vzdělávací praxi.



## Použité zdroje

1. ALIMINIS, D et al. *Teacher Education on Robotics- Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. Athens: ASPETE, 2009, ISBN 978-960-6749-49-0.
2. *Archiv robotických projektů Lego Mindstorms NXT*. Dostupné z www: <<http://www.nxtprograms.com>>.
3. ASHBY, R. *Kybernetika*. K. Berka. 1. vyd. Praha: Orbis, 1961. 372 s. Malá moderní encyklopedie; sv. 23.
4. ASIMOV, I. *Já, robot*. Praha, 2012. ISBN 978-80-257-0472-1
5. BAUM, D. *Definitive Guide to LEGO MINDSTORMS*. 2nd Edition. Berkeley: Apress, 2002, ISBN 1-59059-063-5.
6. BAUM, D. et al. *Extreme Mindstorms: an Advanced Guide to Lego Mindstorms*. Berkeley: Apress, 2000, ISBN 1-893115-84-4.
7. BURÝ, A. *Teorie systémů a řízení*. Ostrava: VŠB, 2007.
8. CATLIN, D. *The principles of Educational Robotic Applications (ERA): a framework for understanding and developing educational robots and their activities*. Paris: 2010.
9. DOČKAL, J. *Základy automatizace - pro učební obory elektrotechnické*. Praha: SNTL, 1974.
10. ECK, V., RAZÍM, M. *Biokybernetika*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1996. 150 s. ISBN 80-0101445-2.
11. ERWIN, B. *Creative projects with LEGO Mindstorms*. Boston: Addison-Wesley, 2001, ISBN 978-0201708950.
12. *EuRobot*. Dostupné z www: <<http://www.eurobot.cz/>>.
13. FERRARI, M. et al. *Building Robots With Lego Mindstorms : The Ultimate Tool for Mindstorms Maniacs*. Osborne: Syngress, 2001, ISBN 1-928994-67-9.
14. FERRARI, M. et al. *LEGO Mindstorms Masterpieces: Building Advanced Robots*. Osborne: Syngress, 2003, ISBN 1-928994-67-9.
15. HÄBERLE, H. a kol. *Průmyslová elektronika a informační technologie*. Praha: Sobotáles, 2003, ISBN 80-86706-04-4.

16. HLAVÁČ, V., ČVUT, FEL, Katedra kybernetiky, Centrum strojového vnímání – výběr z přednášek. Dostupné z www: <<http://cmp.felk.cvut.cz/~hlavac/>>
17. CHVÁLA, B., NEDBAL, J., DUNAY, G. *Automatizace*. 2. nezměněné vyd. Praha : SNTL, 1987.
18. KABÁTOVÁ, M., PEKÁROVÁ, J. *Edukačná robotika pre prvý stupeň a budúci učítelia*. In: Zborník príspevkov konferencie DidInfo 2010. Banská Bystrica: UMB, 2010. ISBN 978-80-8083-952-9.
19. KITTNAR, O. et al. *Fyziologické regulace ve schématech*. A. Pokorná. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-782-6.
20. KOTEK, Z., VYSOCKÝ, P., ZDRÁHAL, Z. *Kybernetika*. 1. vyd. Praha : ČVUT, 1980.
21. KŘENEK, M. et al. *Elektrotechnika kolem nás : pro 6. - 9. ročník základních škol*. 1. vyd. Praha : Fortuna, 1999. 120 s. Praktické činnosti. ISBN 80-7168-466-X.
22. KŘIVÝ, I., KINDLER, E. *Simulace a modelování*. Ostrava: OSU, 2001.
23. *Lego Mindstorms NXT*. Dostupné z www: <<http://mindstorms.lego.com/>>.
24. *LEGO® MINDSTORMS® Education. NXT UserGuide*. LEGO, 2008.
25. MAREK, J. *Návod na programování v NXT – G*. Praha: ČVUT, 2010.
26. MATUŠŮ, R. *Ovládání laboratorního modelu robota Mindstorms*. Zlín: UTB, 2008.
27. MORO, M. et al. *Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach*. Venice: 2008.
28. MORO, M., MENGATTI, E., LIBERA, F., D., BASOEKI, F. *Robot kits from Japan: new frontiers in education*. In: Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum. Riva del Garda: TRTWR, 2012, ISBN 978-88-95872-05-6, pp. 180-190.
29. *Multimediální návody Lego Mindstorms NXT na portálu ORTOP*. Dostupné z www: <[http://www.ortop.org/NXT\\_Tutorial/](http://www.ortop.org/NXT_Tutorial/)>.
30. NOVÁK, D. *Automatizace a kybernetika I*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2004.
31. NOVÁK, D., PAVLOVKIN, J. *Automatizace a kybernetika II*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2001, ISBN 80-7290-044-7.

32. PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books 1980.
33. PAPERT, S. *The Children's Machine*. New York: Basic Books 1992.
34. PIAGET, J. *The Principles of Genetic Epistemology*. New York: Basic Books 1972
35. PIKNER, M. *Využití stavebnice Lego při výuce*. Zlín: UTB, 2008.
36. *Robot*. Dostupné z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Robot>>.
37. *Robotika*. Dostupné z www: <<http://robotika.cz/>>.
38. *Robotika*. Dostupné z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Robotika>>.
39. *Stavba a programování Lego robotů*. Dostupné z www: <[http://seifrob.sweb.cz/lego\\_robotika/lego\\_robotika.htm](http://seifrob.sweb.cz/lego_robotika/lego_robotika.htm)>.
40. *SW Lego Digital Designer*. Dostupné z www: <<http://idd.lego.com/>>.
41. TOCHÁČEK, D., LAPEŠ, J. *The Project of Integration the Educational Robotics into the Training Programme of Future ICT Teachers*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 69, 2012, pp. 595-599. ISSN 1877-0428.
42. TOCHÁČEK, D., LAPEŠ, J. *Integration educational robotics into the training of future ICT teachers*. In: ALIMISIS, D., MORO, M. Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum. Riva del Garda: TRTWR, 2012, pp. 51-56. ISBN 978-88-95872-05-6.
43. TOCHÁČEK, D. *Experiences from the TERECOP course at the Charles University in Prague*. In: ALIMISIS, D. Teacher Education on Robotics- Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. Athens: ASPETE, 2009, pp. 206-210. ISBN 978-960-6749-49-0.
44. TROJÁNEK, P. *Využití robota LEGO MINDSTORMS při výuce*. Praha: ČVUT, 2009.
45. *Webový portál vzdělávacích projektů Lego*. Dostupné z www: <<http://www.legoengineering.com/>>.
46. WIENER, N. *Kybernetika: neboli řízení a sdělování v živých organismech a strojích*. 1. vyd. V. Čihák, O. Hanš, J. Wehle, Z. Wünsch. Praha: SNTL, 1960.

47. WILCHER, D. *LEGO Mindstorms Mechatronics : Using Systems and Controls to Build Sophisticated Robots*. New York: McGraw-Hill/TAB Electronics, 2003, ISBN 0-07-141745-1.
48. WÜNSCH, Z. et al. *Základy biokybernetiky a modelování*. 1. vyd. Praha: SPN, 1991. ISBN 80-7066-317-0.

# Příloha 1 – Kontrolní list robotického projektu

Kontrolní list splnění požadavků zadání závěrečného projektu

## OBSAH ZÁVĚREČNÉHO PROJEKTU

### *Základní informace o projektu*

- **Jméno autora projektu**
- **Název projektu**
- **Cíl projektu / hlavní cíl, záměr či smysl činnosti robota**
- **Další cíle projektu / další cíle činnosti robota** (např. interdisciplinární přesah apod.)

### *Stavba robota a plánování jeho činnosti*

5. **Rozvaha nad funkcemi robota** – pomocí odpovídajících SW nástrojů pro vytváření myšlenkových map (např. MindManager, FreeMind apod.) vizualizujte plánované či očekávané funkce a činnosti robota; promyslete funkční koncepci robota.

**cíl:** Co bude robot dělat?

6. **Předpokládaná konfigurace robota** – s využitím relevantního SW pro vytváření konceptuálních (pojmových) map (např. CmapTools) optimalizujte konfiguraci robota z hlediska jeho zamýšlené funkce.

**cíl:** Z jakých funkčních dílů bude robot sestaven?

7. **Plánovaná konstrukce a pracovní postup sestavení robota** – s pomocí SW LEGO Digital Designer vytvořte grafický návrh robota a konstrukční plán zachycující pracovní postup jeho sestavení; v případě potřeby doplňte grafické materiály textovým popisem.

**cíl:** Jak bude robot konstrukčně řešen a sestaven?

8. Změny v konstrukci a konfiguraci robota, plánovaném pracovním postupu sestavení robota, popř. poznámky a připomínky související s reálnou stavbou robota – nepovinné, pouze v případě potřeby.

### ***Programování robota***

4. **Předpokládaná posloupnost příkazů pro řízení robota** – pomocí grafických algoritmizačních nástrojů (např. DiagramDesigner, DIA) vypracujte algoritmické(á) schéma(ta) funkce(i) robota.

**cíl:** Jak bude robot fungovat?

5. **Program činnosti robota** – sestavte vlastní program v SW MINDSTORMS NXT pro řízení zamýšlených činností robota.

**cíl:** Zprovoznit robota.

6. Změny v předpokládané posloupnosti příkazů pro řízení robota a v programu, popř. poznámky a připomínky související s programováním robota – nepovinné, pouze v případě potřeby.

### ***Činnost robota***

**Popis skutečné činnosti robota** – pomocí textu/fotografií/video zdokumentujte (zkušební) provoz robota.

**cíl:** Co robot reálně dělá?

### ***Závěr***

**Hodnocení a prezentace projektu** – prostřednictvím textové hodnotící zprávy a s využitím PowerPointové prezentace seznámte účastníky kurzu s celkovým hodnocením stavby, programování a činnosti robota, vč. posouzení splnění / nesplnění hlavního cíle popř. dalších cílů projektu.

## **Příloha 2 – Metodické materiály pro podporu projektové výuky / kurzu edukační robotiky**

### **1. Úvodní hodina; Práce se systémem elektronické podpory**

#### **Cíl**

Cílem první lekce je seznámit žáky a studenty s prostředím elektronické podpory projektové výuky / kurzu a vybavit je potřebnými kompetencemi pro efektivní využití tohoto nástroje.

#### **Metody**

instruktáž, asistovaná práce v prostředí, samostatná práce

#### **Hodinová dotace**

3,5 hod.

#### **Studijní opory**

---

#### **Postup**

1. Setkání bude zahájeno představením prostředí elektronické podpory a ukázkou tohoto prostředí
  - představíme studujícím prostředí elektronické podpory, objasníme smysl jeho využití ve výuce
2. Dalším krokem je zápis účastníků do příslušného prostředí podpory.
  - účastníkům poskytneme instrukce pro zapsání do prostředí a postup zápisu předvedeme
  - provedeme účastníky vlastním zápisem a aktualizací profilu
  - překontrolujeme řádné zapsání všech účastníků a aktualizaci profilu
3. Po zápisu do prostředí nastíníme standardní postup přihlášení a odhlášení
  - ukázka přihlašovací a odhlašovací procedury; ukázka postupu

4. Na konkrétním příslušném segmentu prostředí předvedeme možnosti uživatele
  - ukážeme účastníkům jednotlivé části prostředí, jeho vnitřní organizaci a funkční nástroje
  - společně s účastníky zobrazíme seznam kontaktů a probereme možnosti komunikace mezi účastníky
5. V další části setkání seznámíme účastníky s vlastním obsahem kurzu



## **2. Robotika, robotizace, řízení procesů; Edukační robotika**

### **Cíl**

Cílem lekce je obeznámit žáky a studenty s klíčovými pojmy z oblasti robotiky, robotizace, řízení procesů a edukační robotiky a poskytnout jim možnost orientovat se na odpovídající úrovni v předmětné problematice.

### **Metody**

přednáška, diskuse, prezentace modelů

### **Hodinová dotace**

3,5 hod.

### **Studijní opory**

#### ***Kybernetika, automatizace, systém***

- Kybernetika (pdf)
- Kybernetika (Wiki)
- Automatizace (Wiki)
- iAutomatizace (web)

#### ***Roboti, robotika***

- Robotika (pdf)
- Robotika – základní informace (prezentace)
- Robotika (Wiki)

#### ***Edukační robotika***

- Edukační robotika; Konstruktivismus a konstrukcionismus (pdf)

### ***Externí odkazy do internetu***

- ukázka odkazů na příslušné internetové stránky v prostředí elektronické podpory

### **Postup**

1. Lekce má převážně povahu přednášky rozčleněné do tří dílčích celků zaměřených na jednotlivá subtémata – 1) Kybernetiku, automatizaci a systém; 2) Roboty a robotiku a 3) Edukační robotiku. Oporou výuky jsou vlastní původní studijní materiály (výukové texty) ve formátu pdf doplněné buď vlastními prezentacemi, nebo řadou externích materiálů umístěných na internetu dostupných prostřednictvím odkazů v prostředí elektronické podpory.
  - u tématu *kybernetika* hojně využíváme doprovodných schémat, která jsou součástí studijního textu
  - jednotlivá odvětví *robotiky* přiblížíme prostřednictvím obrazové dokumentace a videospotů z portálu Youtube
  - prezentaci subtématu *edukační robotika* spojíme s výkladem teorií konstruktivismu a konstrukcionismu a zmíníme souvislosti s oblastí ikonických programovacích jazyků
  - v přednášce se zaměříme celkově na tyto oblasti: Základní pojmy a obecné principy robotiky, teoretické základy; Odvětví robotiky; Trendy v robotice; Systémy robotů a řídicí systémy robotů; Nasazení robotů a manipulátorů do hromadné výroby
2. Po přednášce následuje prostor pro diskusi a dotazy.
3. V rámci motivace do dalšího studia zařadíme prezentaci robotických modelů.

### **3. HW a SW podpora edukační robotiky**

#### **Cíl**

Tato lekce má za cíl poskytnout žákům a studentům přehled, základní charakteristiku a srovnání nejčastěji používaných robotických systémů, sad a dalších HW prostředků určených pro podporu edukační robotiky, jakož i SW nástrojů pro vytváření algoritmů a programování činností příslušných HW prostředků určených pro podporu edukační robotiky.

#### **Metody**

přednáška, samostatná práce

#### **Hodinová dotace**

3,5 hod.

#### **Studijní opory**

##### ***HW, SW***

- Přehled robotického HW a SW (mimo sad LEGO) (pdf)

##### ***Externí odkazy do internetu***

- ukázka odkazů na příslušné internetové stránky v prostředí elektronické podpory

#### **Postup**

1. Účastníci kurzu jsou formou přednášky podrobně seznámeni s dostupným HW a SW vybavením určeným pro účely podpory edukační robotiky. Základní studijní oporou je vlastní původní studijní materiál (výukový text) ve formátu pdf. Doplnují jej materiály dostupné prostřednictvím internetu (ponejvíce prezentace výrobců příslušného HW a SW či komunitní servery uživatelů). Během přednášky a následné diskuse bude účastníků rovněž zapůjčeno velké množství tištěných materiálů od výrobců a distributorů vybavení pro podporu edukační robotiky.
  - každý robotický systém je nutno přiblížit i prostřednictvím obrazové dokumentace

- je užitečné poukázat i na aspekty využití systémů a aplikací v reálné praxi, zejm. je zde myšlena využitelnost na jednotlivých stupních škol či v zájmové činnosti
  - zdůraznit vazby mezi některými HW systémy a SW či programovacími jazyky
2. Po přednášce následuje prostor pro diskusi a dotazy.
  3. Náplní samostatné práce pro účastníky kurzu je vytvoření dokumentu obsahujícího srovnání vybraných 3 HW sad / robotických systémů a SW či programovacích jazyků s ohledem na možné využití v oblasti, ve které působí účastníci kurzu.

## **4. LEGO Mindstorms NXT (1 – HW a SW vybavení)**

### **Cíl**

V této lekci omezíme pozornost pouze na HW a SW vybavení určené pro podporu edukační robotiky z provenience firmy LEGO. Cílem lekce je velmi detailně seznámit účastníky kurzu s, v našem prostředí, nejdostupnějším technologickým vybavením umožňujícím realizaci edukačně-robotických aktivit.

### **Metody**

přednáška, prezentace /demonstrace modelů, instruktáž

### **Hodinová dotace**

3,5 hod.

### **Studijní opory**

#### ***Návody a tutoriály***

- Lego Digital Designer – stručná příručka k programu (pdf)
- Robotické sady LEGO Mindstorms NXT – příručka (pdf)
- LEGO Mindstorms NXT SW – stručná příručka k aplikaci (pdf)

#### ***Externí odkazy do internetu***

- ukázka odkazů na příslušné internetové stránky v prostředí elektronické podpory

### **Postup**

1. Lekci zahájíme představením robotických sad Lego Mindstorms Education NXT prostřednictvím demonstračních modelů a úvodních ukázkových a motivačních úloh.
2. Následující částí lekce je instruktáž práce s robotickými sadami, především pak s jednotlivými funkčními částmi – programovatelnou kostkou, senzory a aktivními prvky.
  - součástí instruktáže nezbytně musí být postupy zapojování datové kabeláže, ovládání programovatelné kostky pomocí komunikačního

rozhraní na kostce a základní servisní procedury (např. resetování kostky, update firmware atd.)

- podle potřeby variantně též můžeme zařadit instruktáž základní manipulace s mechanickými prvky sad LEGO a jejich složitějšími součástmi
- ev. se lze věnovat rovněž doplňkovým sadám LEGO (např. obnovitelná energie, pneumatické systémy, mechanické systémy atd.)

3. Další část lekce má rovněž instruktážní charakter – zaměřuje se tentokrát na SW vybavení, a to sice na grafický 3D nástroj LEGO Digital Designer a aplikaci LEGO Mindstorms Education NXT SW, a to jak na otázky ovládní a konfigurace programu, tak i na základy algoritmizace a programování v softwaru LEGO Mindstorms Education NXT.

## **5. LEGO Mindstorms NXT (2 – praktické činnosti s robotickými sadami)**

### **Cíl**

Cílem této lekce je představit žákům a studentům možnosti robotických sad LEGO Mindstorms Education NXT při praktickém využití v edukačním procesu a současně poskytnout účastníkům možnost pracovat s těmito sadami.

### **Metody**

instruktáž, částečná skupinová a samostatná práce

### **Hodinová dotace**

3,5 hod.

### **Studijní opory**

- stejné jako v předchozí lekci a k tomu též:

#### ***Tutoriály a manuály LEGO Mindstorms NXT***

- tyto materiály jsou součástí SW LEGO Mindstorms Education NXT SW a doplňkových metodických datových zdrojů dostupných na CD/DVD od firmy LEGO (organizátor kurzů má tyto materiály pro účely využití v kurzech k dispozici)

#### ***Externí odkazy do internetu***

- ukázka odkazů na příslušné internetové stránky v prostředí elektronické podpory

### **Postup**

1. V této lekci budeme realizovat praktické činnosti s robotickými sadami – a to jak během instruktáže, tak i v průběhu samostatné práce účastníků kurzu. Instruktáž se zaměří na ukázkou a objasnění vhodných postupů při plánování / konstrukci robotických modelů, jejich stavbě a následně jejich programování. Využíváme SW LEGO Digital Designer a aplikaci LEGO Mindstorms Education NXT SW, z HW vybavení základní sady LEGO Mindstorms Education NXT, rozšiřující sady mechanických dílů a doplňkové senzory.

- během instruktáže se zaměříme zejména na tyto oblasti: základní práce s robotickými sadami (ovládání, nastavení a programování řídicích jednotek robotických sad - tzv. "kostek"; bezdrátová komunikace mezi roboty, PC a dalšími zařízeními prostřednictvím technologie Bluetooth; připojení robotů k PC skrze USB rozhraní, download a upload programů)
2. Pod vedením a za asistence lektora částečně samostatná a skupinová práce na řešení praktických úloh z edukační robotiky s využitím sad LEGO Mindstorms NXT.
- realizovat stavbu základních robotických modelů dle vzorových úloh LEGO, vlastních vzorových úloh a úloh z webu <http://nxtprograms.com/>
  - v obecné rovině řešíme tyto úkoly: tvorba návrhů robotických modelů pomocí grafického 3D nástroje Lego Digital Designer; algoritmizace a programování v softwaru Lego Mindstorms Education NXT; stavba, programování a provoz sestavených robotů (jednoduchá konstrukce robotů - stavba robota vč. fáze návrhu a plánování; pohyb v jednom směru; základní využití programovacího SW/jazyka; ev. základní využití senzorů, následně též složitější konstrukce robotů - pohyb ve všech směrech, otáčení, využití standardních senzorů; plné využití programovacího SW/jazyka)



## **6. LEGO Mindstorms NXT (3 – závěrečná práce)**

### **Cíl**

Cílem této lekce je realizace samostatného projektu z oblasti edukační robotiky účastníky kurzu.

### **Metody**

samostatná práce, skupinová práce, prezentace, diskuse

### **Hodinová dotace**

3,5 hod.

### **Studijní opory**

#### ***Závěrečný projekt***

- Obsah a zadání závěrečného projektu (pdf)

### **Postup**

1. Na základě zadání a propozic účastníci kurzu samostatně či ve skupinách (dle konkrétní situace a po dohodě s lektorem) řeší komplexní praktický projekt z oblasti edukační robotiky zahrnující etapy plánování (návrhu), přípravy, stavby a programování robota.
2. Projekty účastníků kurzu jsou po dokončení prezentovány ostatním účastníkům kurzu.
3. Na závěr proběhne hodnocení projektů a diskuse účastníků projektu.

## Příloha 3 – Náhled do prostředí vytvořeného Moodle kurzu

The screenshot shows a web browser window displaying a Moodle course page. The browser's address bar shows the URL: `moodle.it.prof.cuni.cz/course/view.php?id=1294`. The page header includes the course name 'Moodle - KITTV' and the user's name 'Jste přihlášen jako Daniel Točňáček (Odhlásit se)'. The main content area is titled 'Téma 4' and 'LEGO Mindstorms NXT'. It contains a list of course topics and a list of resources.

**Téma 4**

### LEGO Mindstorms NXT

- Představení robotických sad Lego Mindstorms Education NXT prostřednictvím demonstračních modelů a úvodních ukázkových a motivačních úloh
- SW podpora robotických sad – podrobné seznámení se s programy Lego Digital Designer a Lego Mindstorms Education NXT SW; ovládání a konfigurace programů
- Tvorba návrhů robotických modelů pomocí grafického 3D nástroje Lego Digital Designer; export grafických výstupů; generování montážních návodů
- Základy algoritmicizace a programování v softwaru Lego Mindstorms Education NXT ukládání, export a import programů
- Stavba, programování a provoz sestavených robotů (od jednoduché práce s robotickými sadami po pokročilé činnosti s interdisciplinárním přesahem)
  - úvod do práce s robotickými sadami (ovládání, nastavení a programování řídicích jednotek robotických sad - tzv "kostek", bezdrátová komunikace mezi roboty, PC a dalšími zařízeními prostřednictvím technologie Bluetooth, připojení robotů k PC skrze USB rozhraní, download a upload programů)

**Lego Mindstorms NXT - podrobná charakteristika HW a SW: komponenty a programovací prostředí**

- Lego Mindstorms NXT - charakteristika sady a programovacího prostředí
- Lego Mindstorms NXT - charakteristika HW
- Lego Mindstorms NXT - charakteristika SW
- Využití robota LEGO MINDSTORMS při výuce (Pavel Trojánek, ČVUT - FEL)
- Využití stavebnice Lego při výuce (Michal Píknr, UTBZ)
- Ovládání laboratorního modelu robota Mindstorms (Roman Matušů, UTBZ)
- Lego Mindstorms NXT - HW and SW (Michele Mori, TERECoP project)
- Philo's web pages - robotické a mechanické součástky Lego "pod lupou"

**Návody a tutoriály**

- Mindstorms education NXT User Guide (oficiální manuál od tý. Lego)
- Mindstorms education NXT Metodika (oficiální překlad manuálu od tý. Lego)
- Web „Stavba a programování Lego robotů“

Příloha č. 1

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta  
Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce před její obhajobou**

Závěrečná práce:

Druh práce	
Název práce	
Autor práce	

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu požít výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Jsem si vědom/a, že požít výpisy, opisy nebo rozmnoženiny dané práce lze pouze na své náklady a že úhrada nákladů za kopírování, resp. tisk jedné strany formátu A4 černobíle byla stanovena na 5 Kč.

V Praze dne .....

Jméno a příjmení žadatele	
Adresa trvalého bydliště	

\_\_\_\_\_  
podpis žadatele

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta  
Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce  
Evidenční list**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Poř. č.	Datum	Jméno a příjmení	Adresa trvalého bydliště	Podpis
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				