



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

ANALÝZA ROBOTICKÝCH STAVEBNIC

ROBOTIC BUILDING SETS ANALYSIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Šemora

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky
Student: **Petr Šemora**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení
Vedoucí práce: **doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Analýza robotických stavebnic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analyzovat současné dostupné robotické stavebnice na našem trhu z hlediska možnosti využití pro přípravu žáků základních a středních škol k odbornému studiu robotiky.

Cíle bakalářské práce:

Sestavit seznam nabízených robotických stavebnic.

Provést komparativní analýzu stavebnic.

Navrhnout a doporučit vhodný způsob využití robotických stavebnic k získání zájemců o studium robotiky.

Seznam doporučené literatury:

KOLÍBAL, Zdeněk. Roboty a robotizované výrobní technologie. Brno: VUTIUM, 2016. ISBN 978-8-2114-826.

BALÁTEĚ, Jaroslav. Automatické řízení. Praha: BEN – technická literatura, 2003. ISBN 80-7300-020-2.

NOVÁK, Petr. Mobilní roboty. Praha: BEN- technická literatura , 2005. ISBN 80-7300-141-1

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vícekritériální analýzou a popisem robotických stavebnic z hlediska možnosti využití pro přípravu žáků základních a středních škol k odbornému studiu robotiky.

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with multicriterial analysis and description of robotic building sets as a possibility of using for professional study of robotics for elementary and secondary school's students.

KLÍČOVÁ SLOVA

Robotické stavebnice, vícekritériální analýza, průmysl 4.0, Ozobot, Lego Mindstorms, programování robotů

KEYWORDS

Robotic building sets, multicriterial analysis, industry 4.0, Ozobot, Lego Mindstorms, robot programming

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠEMORA, Petr. *Analýza robotických stavebnic*, Brno, 2020. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu práce doc. Ing. Branislavu Lackovi, CSc. za jeho ochotu, čas, cenné rady a připomínky při vytváření závěrečné práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Branislava Lacka, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu literatury.

V Brně dne 22. 5. 2020

.....

Petr Šemora

OBSAH

1	ÚVOD.....	15
2	ROBOTIZACE V KONTEXTU PRŮMYSLU 4.0.....	17
3	ROBOTICKÉ STAVEBNICE.....	21
3.1	Vymezení pojmu stavebnice.....	21
3.2	Historie stavebnic	21
3.2.1	Historie stavebnic ve světě	21
3.2.2	Historie stavebnic v českých zemích	22
3.3	Stručný popis vybraných robotických stavebnic	23
3.3.1	Stavebnice vhodné pro mladší žáky	23
3.3.2	Stavebnice vhodné pro starší žáky.....	27
3.4	Podrobný popis vybraných stavebnic	30
3.4.1	Ozobot	30
3.4.2	Lego Mindstorms.....	32
4	KOMPARATIVNÍ ANALÝZA	35
4.1	Charakteristika komparativní analýzy	35
4.2	Srovnávací kritéria.....	35
4.3	Komparační tabulky	38
4.3.1	Stavebnice vhodné pro mladší žáky	38
4.3.2	Stavebnice vhodné pro starší žáky.....	38
4.4	Podrobná analýza vybraných stavebnic.....	39
4.5	Vyhodnocení srovnávací analýzy	41
5	SIMULACE OVLÁDÁNÍ ROBOTA OZOBOT	43
6	VZDĚLÁVACÍ KURZY A MATERIÁLY	45
6.1	Kurzy pro pedagogické pracovníky.....	45
6.1.1	Kurzy zastřešované vysokými školami	45
6.1.2	Kurzy nabízené ostatními subjekty.....	46
6.2	Kurzy pro žáky a studenty	47
6.3	Výukové materiály	49
7	ZÁVĚR	51
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	53
9	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK	59
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	61
11	PŘÍLOHY	63

1 ÚVOD

Díky rychlému technologickému vývoji nastupuje do strojírenství etapa zvaná Průmysl 4.0, též označovaná jako čtvrtá průmyslová revoluce. Firmy přicházejí s novými technologiemi, automatizovanými linkami a lidskou práci nahrazují ve stále větší míře robotické soustavy.

Na lidskou společnost je možno pohlížet jako na vzájemně propojený systém, a proto musí na tuto situaci reagovat nejen oblast průmyslu, ale i lidských zdrojů, včetně oblasti vzdělávání. Díky nově vznikajícím pracovním pozicím, ale i celým odvětvím na trhu práce, je potřeba přehodnotit obsah vzdělávání od základních škol až po vysoké školy. Aby byla mladá generace připravena na nové požadavky trhu práce, je důležité zahájit inovační aktivity spojené se čtvrtou průmyslovou revolucí již od útlého dětství.[1]

Obsah vzdělávání by se měl proměnit tak, aby kopíroval technologický vývoj a žák tak byl připravován pro pracovní i osobní život. Snad na každém kroku jsme obklopeni technologiemi, které se neustále vyvíjí, a s těmi by se mělo vyvíjet učivo zaměřené na používané technologie. Jelikož vzdělávací systémy nejsou schopny okamžité reakce na technologický vývoj, dochází tak k časovému zpoždění, což umožňuje do osnov výuky zakomponovat pouze takové technologie, které jsou dostatečně perspektivní a nepředstavují jen aktuální módní výstřelek.[1]

Již dnes se můžeme na školách setkat s předměty zaměřenými na techniku, avšak dnešní doba a především trh práce vyžaduje s rozvojem průmyslu 4.0 další, odlišné znalosti pro uplatnění. Vzdělávací systém by měl reagovat a to již od první třídy základní školy. V roce 2017 byla otevřena i první technická mateřská školka. Na úrovni základních škol je podle posledního vývoje potřeba realizace ve třech technických podoblastech: technika, informatika a digitální technologie. Významnou roli hraje i mimoškolní technicky orientované vzdělávání, které umožňuje rozvoj talentu dětí a jejich specifických zájmů. A právě podpora robotických stavebnic pro výuku programování je ten správný způsob, jak toho docílit.[1]

Cílem této bakalářské práce podle jejího zadání je:

- 1) Analyzovat současně dostupné robotické stavebnice na našem trhu z hlediska využití v oblasti vzdělávání mladé generace a jejich možnostmi využití pro přípravu žáků základních a středních škol k odbornému studiu robotiky.
- 2) Následně sestavit seznam nabízených robotických stavebnic, provedení komparativní analýzy vybraných stavebnic.
- 3) Navržení a doporučení vhodného způsobu využití robotických stavebnic pro získání zájemců o studium robotiky.

2 ROBOTIZACE V KONTEXTU PRŮMYSLU 4.0

Čtvrtou průmyslovou revoluci představují kyberneticko-fyzikální systémy vzdáleně připojené k počítačovému systému, které jsou schopny rozhodovat samy o sobě, přizpůsobovat se i ne zcela předvídatelným situacím a strojově se učit [1]. Znalost těchto systémů z hlediska jejich návrhu a používání bude klíčová pro nastupující éru robotizace.

Digitalizací průmyslu se do vyspělých zemí vrací mnoho výrobců, které byly zadávány do zemí s levnou pracovní silou. O to více narůstá potřeba kvalifikovaných odborníků, kteří jsou schopni digitální výrobu nejen vymyslet a zrealizovat, ale také udržovat v provozu. Právě výrobci robotů jsou ti, které trápí nedostatek vzdělaných zaměstnanců a jsou rádi za každého učitele či odborníka, kteří se snaží nastupující generaci přiblížit uvedenou novou techniku a zaujmout je tak pro tento obor. Navazovat na naši průmyslovou tradici lze jen v případě, máme-li ji komu předat, a proto je nezbytná správná motivace ze strany států, firem i rodičů.[2]

Podniky se vydávají směrem zavádění robotizace a konceptu průmyslu 4.0. Zatím jde však především o řešení dílčích úloh. Nevzniká mnoho továren „na zelené louce“, jednotlivé podniky dávají přednost propojování svých zdrojů, sběru dat a získávání informací použitelných pro optimalizaci výrobních procesů. Zavádění průmyslu 4.0 znamená dlouhodobou práci a netýká se jen samotného průmyslu, ale promítá se do dalších oblastí, jako jsou například chytrá města, energetika, zemědělství a zdravotnictví.[3]

Jak je uvedeno ve [4], průmysl 4.0 funguje na šesti základních principech:

- Interoperabilita: schopnost kyberneticko-fyzikálních systémů, lidí a všech komponent komunikovat spolu v rámci celého výrobního podniku prostřednictvím internetu věcí (IoT) a internetu služeb (IoS).
- Virtualizace: schopnost propojení fyzických systémů s virtuálními modely a simulačními nástroji.
- Decentralizace: rozhodování a řízení probíhá v jednotlivých dílčích částech paralelně a samostatně.
- Schopnost pracovat v reálném čase: v systémech reálného světa je pro libovolnou komunikaci dodržení reálného času klíčovou podmínkou při rozhodování a řízení.
- Orientace na služby: preference výpočetní filosofie nabízení a využívání standardních služeb vede na architektury typu SOA (Service Oriented Architectures).
- Modularita a rekonfigurabilita: systémy průmyslu 4.0 by měly být co nejvíce modulární a schopny samostatné rekonfigurace na základně automatického rozpoznání či predikce situace.

V roce 1961 přišla americká firma AMF (American Machine and Foundry Corporation) na trh s mnohoúčelovým průmyslovým automatem, který zastával funkci

člověka u výrobního stroje. Vývoj automatizace a robotizace za účasti NC (Numerical Control) řízených výrobních strojů postupně vedlo ke komplexnímu vývoji výrobních procesů.[5]

Podle stupně automatizace lze výrobní stroje rozdělit do čtyř kategorií:

- Konvenční stroje – běžné stroje s ručním ovládáním bez automatizace.
- Číslicově řízené stroje – tyto stroje jsou řízeny automaticky číslicovým řídícím systémem.
- Poloautomaty a automaty – takové stroje pracují automaticky téměř bez zásahů obsluhy.
- Jednouúčelové stroje a výrobní linky – obvykle se jedná o více pracovních jednotek sestavených buď kolem otočného stolu, nebo podélně.[5]

Z výše uvedeného si lze výrobní stroje představit jako systém, kterým rozumíme soubor prvků, mezi nimiž existují vzájemné vztahy a které mají určité vztahy ke svému okolí. Každý systém je pak charakterizován dvěma základními vlastnostmi:

1. Chováním systému, které charakterizuje jeho vnější vztahy k okolí.
2. Strukturou systému, která charakterizuje jeho vnitřní funkční vztahy.[6]

Roboty se nyní uplatňují především v hromadné výrobě a představují významný prostředek pro zvýšení produktivity. V současné době se můžeme setkat především s roboty, které jsou navrženy pro konkrétní pracovní úkony a nemají tak v rámci výrobního procesu schopnost samostatně se rozhodovat. U firem, které se na robotizaci soustředí, se však objevují i univerzální a „inteligentní“ typy robotů, které výrazně zvyšují produktivitu práce a dochází k úspoře pracovních sil i ekonomických nákladů. Ke zvýšení produktivity a konkurenceschopnosti průmyslu v ČR je potřeba zavádět a rozvíjet robotizaci. V tomto ohledu je potřeba klást důraz především na autonomní roboty, které lze snadno programovat a zavádět do provozů. Výhoda těchto robotů je hlavně v podnicích, kde se soustředí na výrobu v menších sériích nebo kde se výroba často mění v závislosti na požadavcích odběratelů. Důležitou součástí je i vzdělávání odborníků, neboť z technologického hlediska je pro zavádění těchto technologií potřeba rozvoj mnoha souvisejících technologií, které jsou důležité nejen pro vývoj a výrobu robotů, ale také pro jejich zavádění do výroby, servis a prosazování robotizace do výrobních procesů.[7]

Neméně důležitou oblastí průmyslu 4.0 jsou mobilní roboty. Tato technologie zahrnuje mnoho vědních a technických disciplín, mezi které patří například: konstrukce, pohony, řízení, umělá inteligence, elektronika, senzorika, sběr a analýza dat, navigace, komunikace a další. V dnešní době je využití mobilních robotů nejen ve strojírenství a průmyslových podnicích. Velký zájem je o tyto roboty i v oblastech zdravotnictví, stavebnictví, zemědělství, lesnictví či v zábavním průmyslu. Důležitou roli hrají i pro složky integrovaného záchranného systému, především pro hasiče, policii či vojáky. Mobilní roboty lze dělit podle mnoha kritérií. Mezi základní patří dělení na autonomní

a dálkově řízené. U autonomních robotů je předpoklad, že zvládnou samostatně vykonat zadanou úlohu. Jedná se například o schopnost sledování barevné čáry, reagování na překážku nebo pohybování se v neznámém prostředí a schopnosti toto prostředí zmapovat. Dálkově řízené roboty jsou řízeny člověkem, který má obvykle s tímto robotem vizuální spojení.[8]

3 ROBOTICKÉ STAVEBNICE

3.1 Vymezení pojmu stavebnice

Podle [9] je stavebnice hračka složená z více dílů, které se obvykle sestavují do třírozměrných sestav a mohou vytvářet modely. Díly mohou být dřevěné, plastové, kovové, papírové, ale i elektrotechnické nebo kamenné či z nevšedních materiálů, jako je například škrob. Tyto díly se pak sestavují na sebe pomocí například zámkových úchytlů, šroubů, lepení nebo přichytávání magnety či suchým zipem.

Stavebnice je vhodná pro vývoj dítěte, neboť rozvíjí prostorovou představivost, psychiku i fantazii. Fantazie, i když se to v dnešní době nemusí na první pohled zdát, je pro děti velmi důležitá. Stavebnice pro ty nejmenší jsou různorodého charakteru, díky kterému si děti uvědomují velikost, tvar, ale i například vztahy jednoho prvku ke druhému.[10]

Význam hry se stavebnicí je velmi různorodý, mezi základní patří:

- Rozvoj psychiky: vnímání, trpělivost, myšlení, představivost.
- Rozvoj motoriky: zručnost, koordinace pohybů, motorika.
- Rozvoj řeči: citoslovce a jednoslovná pojmenování jsou znakem konstruktivní hry.
- Rozvoj osobnosti: dítě samo vytvoří modely, které může "oživit" pohybem, což pro dítě znamená jisté uspokojení nebo zážitek. Dítě do hry vkládá své pocity a představy.
- Rozvoj mezilidských vztahů: dochází ke komunikaci a k výměnám jednotlivých dílů, postupně i k získání důvěry a ke spolupráci na celém díle, čímž vznikají kamarádské vztahy, které jsou základem pro pozdější efektivní práci v pracovních týmech.[10]

3.2 Historie stavebnic

3.2.1 Historie stavebnic ve světě

První stavebnice vznikly díky německému pedagogovi Friedrichu Froebelovi (1782–1852), který přišel s myšlenkou trojrozměrných dílů vyrobených ze dřeva ve tvarech krychle, kvádrů a kužele. Od roku 1880 se podle patentu vyrábí kamenné stavebnice Anchor a v tomtéž roce nechal Otto Lilienthal, jeden z prvních letců, patentovat stavebnici Lilienthal-Baukasten svého bratra Gustava. Na přelomu 19. a 20. století se začaly vyrábět kovové stavebnice. V roce 1892 si Julius Weiss z Hamburku nechal patentovat kovovou stavebnici Brückenbaukasten (Stavebnici mostů), kterou od roku 1896 vyráběla firma Richter, Rudolstadt. Pro nízký zájem se však

vyráběla pouze rok. V roce 1901 si Frank Hornby z Liverpoolu patentoval stavebnici Mechanics made easy, která se později přejmenovala na Meccano Ltd. Další známé kovové stavebnice z této doby jsou například Erector Set z USA a Märklin z Německa, která byla vyráběná pod licencí Meccano. V Itálii se od padesátých let vyrábí stavebnice AMI/LAC, ve Švédsku FAC, ve Švýcarsku Stokys a v Německu od roku 1977 Eitech Construction.[9]

V druhé polovině 20. století začaly získávat na oblibě plastové stavebnice. Mezi hlavní výrobce patřily v Dánsku Lego a v Německu FischerTechnik či Playmobil. Postupně se rozšířily i elektronické nebo magnetické stavebnice, které vyrábí například firma Geomag. Stále jsou populární i stavebnice dřevěné nebo škrabkové, které vyrábí firma FisherTip.[9]

Jednou z nejvýznamnějších firem na trhu se stavebnicemi se stala firma Lego, kterou založil v roce 1932 dánský tesař Ole Kirk Christiansen, který začal vyrábět plastové hračky. Po válce v roce 1947 získali Ole Kirk Christiansen a jeho syn Godtfred vzorek kostek, které vyráběla britská společnost Kiddicraft. Tyto kostky se staly předlohou pro vznik plastových kostiček vyráběných v dánské továrně v Billundu. V roce 1949 začala firma vyrábět tzv. automaticky spojitelné kostky, vyrobené z celulódu¹ a opatřených výstupky, díky kterým držely pohromadě. V roce 1960 byla produkce dřevěných hraček zcela zrušena poté, co byl jejich sklad kompletně zničen požárem. Od roku 1964 začala firma na výrobu kostek používat nový materiál – ABS². V roce 2000 byla Lego kostka oceněna Britskou asociací hraček jako „Hračka století“. Dnes se Lego vyrábí ve dvou továrnách v Dánsku, dále v Maďarsku, Mexiku a od roku 2000 i v České republice v Kladně.[11]

3.2.2 Historie stavebnic v českých zemích

Již ve dvacátých letech 20. století vyráběly firmy Knäbel a Sammer v továrně ve Volarech stavebnici Trix, kterou měly patentovanou. Roku 1930 si tuto stavebnici nechala patentovat Norimberská firma Bing a v období třicátých až osmdesátých let 20. století ji učinila velmi oblíbenou. Stavebnice se začala vyrábět ve Francii, Holandsku i Švédsku, a to v rozsáhlém sortimentu i velikostí. Ta největší vážila téměř 20 kg a součástí balení byly i převodová řetězová kola, malé elektromotorky nebo velký pohon o výkonu 100 W. Pro modely aut a motocyklů této stavebnice vyráběla firma Baťa malé pneumatiky různých velikostí. Po 2. světové válce byla továrna ve Volarech zbourána.[12]

V Čechách založil Jaroslav Vancl v roce 1920 firmu pod názvem Inventor a pod tímž názvem si nechal patentovat dětskou kovovou stavebnici. V roce 1925 přechází na nový systém, ve kterém jsou jednotlivé části spojovány šroubky s matkami M3,5

¹ Jako celuloid se označuje skupina termoplastů připravených reakcí nitrocelulózy s kafrem. Je považován za první termoplast.[25]

² ABS – Acrylonitrile butadiene styrene – plast vyznačující se vysokou barevnou stálostí a tvrdostí.[11]

a zároveň je pro tuto stavebnici registrována nová ochranná známka pod názvem Merkur. Tyto stavebnice se velmi rychle rozrůstaly, vznikla stavebnice budov Metropol, doplňující stavebnice Popular či stavebnice Merkur Elektrus, která umožňovala stavbu některých elektrických modelů. Kolem roku 1930 začal vývoj plechových elektrických vláček, které se postupně staly nejrozšířenějším a nejoblíbenějším typem elektrických vláček v tehdejší Československu. Výroba těchto vláček definitivně skončila v roce 1968. Již koncem padesátých let bylo zřejmé, že elektrotechnika pronikne do všech oborů, a tak byla snaha doplnit populární mechanickou stavebnici i o elektrické prvky. Několik firem začalo ke stavebnici Merkur vyrábět doplňky, které obsahovaly různé elektrické prvky, vypínače, přepínače, elektromotorky včetně různých převodů či zvonek s tlačítkem pro napájení z baterie na 4,5 V. I v současné době moderní elektrotechniky se můžeme s takovými doplňky ke stavebnici Merkur stále setkat. Od šedesátých let byla stavebnice Merkur exportována kovopodnikem Broumov do celé Evropy. Počátkem devadesátých let dochází k privatizaci tohoto kovopodniku a byla založena firma Komeb, která však zbankrotovala. Později společnost odkoupil Jaromír Kříž, který během tří let výrobu obnovil a značku tak zachránil.[13]

V sedmdesátých letech bylo pro trh dětských hraček vyrobeno několik elektrotechnických stavebnic s využitím polovodičových součástek. Ty však byly rychle vytlačeny stavebnicemi využívající tranzistory, které byly orientovány zejména na stavbu jednoduchých tranzistorových přijímačů, zesilovačů nebo jiných drobných tranzistorových zapojení, mezi které patřily například induktivní hledače kovových předmětů. V současné době je obdobou takové stavebnice sestava Voltík, která nabízí tři úrovně obtížnosti.[14]

Počátkem osmdesátých let však byly tyto stavebnice rychle nahrazeny číslicovými stavebnicemi s integrovanými obvody. I v současné době se takové stavebnice nabízejí a slouží ke zvládnutí základů číslicových obvodů. Řadí se mezi ně například stavebnice Alfa.[15]

V devadesátých letech se objevila řada mikropočítačových stavebnic využívající levné osmibitové mikroprocesory a k nim příslušné podpůrné příslušenství s velkým stupněm integrace. Mezi tyto stavebnice lze zařadit například stavebnici SAPI.[16]

I tyto stavebnice se v dnešní době stále nabízejí. Výše uvedené stavebnice si sice vždy našly řadu zájemců, kteří si je koupili a postavili z nich celou řadu soustav, a to i díky přikoupení dalších součástek a vytvoření vlastní konstrukce. V tuzemsku však tyto stavebnice nikdy nedosáhly takového úspěchu a významu jako stavebnice Merkur.

3.3 Stručný popis vybraných robotických stavebnic

3.3.1 Stavebnice vhodné pro mladší žáky

Ozobot

Jedná se o velmi malého robota, který má v průměru 1 palec (25,4 mm). Tělo tvoří průhledná plastová polokoule, která umožňuje pohled na řídicí elektroniku. Robot

obsahuje základní desku s mikroprocesorem a pomocnými obvody, které řídí jeho funkce. Dva mikromotory s pohonným systémem umožňují Ozobotu tichý a přesný pohyb s rychlostí 15-85 mm/s. Robot na přední straně disponuje pěti optickými senzory, které zajišťují orientaci v prostoru. Díky prostřednímu senzoru vnímá i barvu sledující čáry.[17]

Ozobot se programuje pomocí editoru OzoBlockly a pohybuje se pomocí ozokódů. Jedná se o posloupnost barev, které Ozobot sleduje a podle nich se pohybuje. Díky tomu jsou tohoto robota schopny ovládat i malé děti a učit se tak informatickému a logickému myšlení. Robot se prodává ve dvou variantách: Ozobot BIT a Ozobot EVO. Tento robot je více popsán v kapitole 3.4.1.

Sphero BOLT

Malý kulatý robot vhodný pro děti od sedmi let, který je schopný orientovat se v prostoru díky vestavěnému kompasu, senzoru okolního světla a čtyřem infračerveným sensorům. Ty umožňují vzájemnou komunikaci až pěti robotů v oblasti s průměrem pěti metrů. Jak lze vidět na obr. 1, pod průhledným obalem se nachází malý grafický displej s 8x8 LED maticí, který slouží ke zpětné vazbě pro uživatele. Pro ovládání slouží rozhraní Bluetooth a programování se provádí pomocí aplikací Sphero Play a Sphero Edu. V rámci Sphero Play lze robota přímo ovládat a využít zabudované hry. Sphero Edu nabízí tři úrovně programování. V první lze pro kreslení využít integrovaný displej a ve třetí lze robota programovat přes JavaScript.[18]

Tohoto robota lze pořídit například na www.sphero.com[19], což jsou oficiální stránky výrobce. Na těchto stránkách si jej lze pořídit za cenu 150 \$, což při aktuálním kurzu (březen 2020) činí přibližně 3400 Kč.



Obr. 1: Sphero Bolt [20]

Lego Boost

Robotická stavebnice od společnosti Lego vhodná pro děti od sedmi let. Z této robotické stavebnice lze sestavit a naprogramovat pět multifunkčních modelů: všestranné vozítko se čtyřmi přídatnými nástroji, kytaru vydávající zvukové efekty, interaktivního kocoura, automatickou výrobní linku a pohyblivého a mluvčího robota, který se nachází na obr. 2. Součástí balení je přes 840 dílků, malý motor a senzory vzdálenosti, barev a náklonu. Připojení probíhá přes bluetooth a ovládat robota lze z aplikace Lego Boost.[21]

Tuto robotickou stavebnici lze aktuálně zakoupit na oficiálních stránkách výrobce www.lego.com[21] za cenu 4499 Kč.



Obr. 2: Lego Boost [22]

Codey Rocky

Jedná se o výukového robota od společnosti Makeblock vhodného pro děti od šesti let, kterého lze programovat buď s použitím grafického programovacího jazyka Scratch nebo náročnější aplikace pomocí jazyka Python. Obsahuje více než deset programovatelných elektronických modulů, snímače zvuku, barev a velký LED displej, který, jak si lze povšimnout na obr. 3, zaujímá velkou část celého robota. Pomocí šestiosého gyroskopu detekuje náklon a otřesy. Dokáže jezdit po čáře, vyhýbat se překážkám, rozpoznávat barvy i zvuk, sledovat světlo, ale i pomocí zabudovaného Wi-Fi modulu odesílat data do Cloudu.[23]

Tohoto programovatelného robota lze aktuálně zakoupit například na www.hwkitchen.cz[23] za cenu 2695 Kč.



Obr. 3: Codey Rocky [24]

Krypton 0

Společnost Abilix nabízí několik robotických programovatelných sad. Mezi ty výukové patří například robotická sada Krypton 0, zobrazená na obr. 4. Tato stavebnice je vhodná pro děti od šesti let a nabízí 409 dílků, gyroskopický senzor, kompas či infračervený senzor. Sada dále obsahuje řídicí jednotku s LED displejem, reproduktorem a Wi-Fi modulem. Z této stavebnice lze sestavit až 17 konstrukčně různorodých robotických modelů. Programování lze provádět třemi způsoby: Abilix Drag&Drop, Scratch a Abilix Flow-Chart.[26]

Stavebnice je k dostání například na www.robotworld.cz[26] za cenu 2990 Kč.



Obr. 4: Krypton 0 [27]

3.3.2 Stavebnice vhodné pro starší žáky

Lego Mindstorms EV3

Celosvětově nejrozšířenější robotická programovatelná stavebnice se širokou nabídkou různých sad. Aktuálně nejprodávanější sada EV3 obsahuje řídicí jednotku s výkonným procesorem ARM9 a USB zdírkou pro připojení Wi-Fi a internetu, mikročtečkou paměťových karet a čtyřmi zdírkami motoru. Sada obsahuje tři servomotory, senzor barev, dotykový a infračervený senzor a celkem 601 dílků. Z této sady lze sestavit až 17 různých modelů, od humanoidních robotů až po robotické linky. Programovat jej lze nejen pomocí grafického programovacího jazyka, ale i například pomocí jazyka C či ROBOTC a ovládat pomocí aplikace Robot Commander nebo infračerveného dálkového ovládání.[28]

Tato stavebnice je dále podrobněji rozebrána v kapitole 3.4.2.

Merkur Ant

Stavebnice od české společnosti s dlouhou tradicí využívající kovové konstrukční díly a různé ocelové lakované prvky spojované pomocí šroubků a matic. Vhodná pro děti od deseti let. Výrobce nenabízí žádné univerzální výukové sady, ale velké množství jednoúčelových stavebnic. V nabídce má například programovatelného robotického mravence, který je zobrazen na obr. 5. Sada obsahuje řídicí desku Atmel se systémem Merkur open source, možností jí vybavit různými čidly a naprogramovat jejich funkce pomocí jazyků C či Pascal. Dále jsou součástí balení potřebné díly a nářadí, vysílačka a RC přijímač, dva LED moduly a tři servomotory, díky kterým lze sestavený model rozpohybovat.[29]

Robotickou stavebnici Merkur Ant si lze zakoupit na oficiálním internetovém obchodu výrobce eshop.merkurtoys.cz[29] za cenu 3180 Kč.



Obr. 5: Merkur Ant [29]

Pitsco Tetrix max

Společnost Pitsco má ve své nabídce širokou škálu programovatelných robotických stavebnic. Jednou z nich je i programovatelná robotická sada Tetrix max, která obsahuje řídicí jednotku s procesorem ATmega328P a 32 KB programovatelnou flash pamětí. Celkem sada nabízí 670 konstrukčních dílů. Vybrané díly této stavebnice jsou zobrazeny na obr. 6. Řídicí jednotka má k dispozici velké množství konektorů (čtyři digitální vstupy, tři analogové vstupy, jeden I2C port, jeden USB port, dva pro rozšíření řadiče motoru, dva pro vstupní kodéry, dva pro stejnosměrné motory a celkem šest pro připojení servomotorů). Naprogramovat jej lze v prostředí Arduino IDE a ovládat pomocí systému Tetrix max.[30]

Tuto stavebnici lze pořídit na oficiálních stránkách výrobce www.pitsco.com/Shop[30], kde se aktuálně prodává za 869 \$, což při aktuálním kurzu (březen 2020) činí přibližně 19 550 Kč.



Obr. 6: Pitsco Tetrix max [31]

Fischertechnik STEM Engineering

Společnost Fischertechnik nabízí mnoho robotických programovatelných sad, mezi které patří i dvě výukové sady – STEM PREP 2.0 a STEM Engineering. Stavebnice STEM Engineering určená pro projektové učení v robotice s 890 díly obsahuje řídicí jednotku Robotics TXT. Dále obsahuje kameru rozpoznávající barvy a pohyby a umožňující sledování čáry. Pro přenos obrazu z kamery lze použít USB port nebo Wi-Fi. Dále stavebnice obsahuje dva krokové motory, dva XS motory, mini motor, kompresor, dva elektromagnetické ventily, vakuové sací zařízení, optický barevný senzor, dva fototranzistory, NTC rezistor, šest koncových spínačů a další komponenty umožňující výstavbu až 22 různorodých modelů. Jeden z možných sestavených modelů lze vidět na obr. 7. Řídicí jednotka disponuje barevným dotykovým displejem, modulem WLAN/bluetooth, slotem pro přídatnou paměťovou kartu, IR přijímačem,

reproduktorem, čtyřmi výstupy pro motory, osmi vstupy pro senzory a čtyřmi vysokorychlostními numerickými vstupy. Programovat ji lze v prostředí ROBO Pro.[32]

Poměrně vysoký počet komponent je však vykoupeno i vyšší cenou, která je na stránkách distributora pro český trh www.stavebniceprochytredeti.cz[32] 21 512 Kč.



Obr. 7: Fischertechnik STEM Engineering [33]

VEX V5 Classroom Starter Kit

Výrobce VEX nabízí robotické stavebnice V5 určené pro výuku či pro soutěže, a to vždy pro začátečníky i pro pokročilé. Výuková sada určená pro začátečníky V5 Classroom Starter Kit obsahuje více než 200 součástí včetně řídicí jednotky, čtyř motorů, dvou senzorů, deseti kusů ocelové konstrukce a 25 pohyblivých dílů. Řídicí jednotka disponuje mikrokontrolérem VEX ARM7 s 128 MB pamětí RAM a 32 MB flash pamětí. K dispozici je také celkem 29 portů. Jeden z možných sestavených modelů lze vidět na obr. 8. Programování lze provádět blokově i textově v jazyku C v prostředí VEXcode.[34]

Na oficiálních stránkách výrobce www.vexrobotics.com[34] je tato stavebnice k dispozici za cenu 649 \$, což při aktuálním kurzu (březen 2020) je přibližně 14 620 Kč.



Obr. 8: VEX V5 Classroom Starter Kit [34]

3.4 Podrobný popis vybraných stavebnic

Ze všech porovnávaných robotických programovatelných stavebnic byly vybrány právě dvě pro podrobnější popis. Konkrétně byl vybrán Ozobot, který je určen pro mladší žáky a stavebnice Lego Mindstorms určená především pro starší žáky. Tyto dvě stavebnice byly vybrány kvůli jejich oblibě, o čemž svědčí i fakt, že právě ony jsou podle [35] nejprodávanější programovatelné robotické hračky v České republice.

3.4.1 Ozobot

Ozobot je miniaturní robot s rozsáhlými, a přitom snadnými možnostmi programování. Jedná se o velmi oblíbenou edukativní pomůcku nejen pro školy, ale i pro domácí využití, která rozvíjí logické myšlení a kreativitu. Je vhodný pro zájmové i školní vzdělávání. Umožní dětem poznat krásy techniky a informatiky formou zábavné hry. Slouží k naučení základních technik v oblasti programování a algoritmizace.

Jak lze vidět na obr. 9, tělo robota tvoří kulička s průhledným, či mírně kouřově zbarveným plastovým krytem, který brání kontaktu s řídicí elektronikou. Tento kryt navíc slouží k ochraně před nárazem.[17]

Aktuálně se na trhu vyskytují dvě verze: BIT a EVO. Rozdíl mezi těmito dvěma modely je pouze ve vybavení. Model BIT se od modelu EVO liší tím, že disponuje pouze základními funkcemi, což jsou světelné senzory, motorizovaná kola a barevné LED diody. Kdežto EVO má citlivější světelné senzory, větší množství LED diod, dálkoměr, rozhraní bluetooth a reproduktor, díky kterému je schopen vydávat zvuky. Obě tyto verze jsou k dostání v bílém a černém provedení.

Robot má v průměru asi 1 palec (25,4 mm) a váží pouhých 17 g. Skrytý "mozek" robota tvoří základní deska s mikroprocesorem a pomocnými obvody, které řídí jeho funkce.[17]

Tichý a přesný chod umožňuje Ozobotu pohonný systém se dvěma mikromotory, díky kterým dokáže vyvinout rychlost 15–85 mm/s. V přední části je podpírán kluzným výstupkem a nachází se zde pět optických senzorů, které zajišťují orientaci v prostoru. Ozobot dokáže rozeznat i barvu sledované čáry, a to díky prostřednímu z těchto senzorů. Na základní desce se mimo jiné nachází dioda, která se rozzáří do barvy, kterou Ozobot aktuálně sleduje. Ozobot obsahuje interní baterii, která na jedno nabití vydrží téměř hodinu. Poté je potřeba ji znovu dobít přes USB kabel.[17]



Obr. 9: Ozobot BIT [17]

Možnosti programování:

Ozokódy – Ozobot se pohybuje na základě snímání zakreslené čáry, která musí být takových parametrů, aby jí byl robot schopen rozpoznat. Ovládací vodící čára je černé barvy. Místo ní se snímaná čára může skládat z barvy zelené, červené nebo modré, přičemž každá z těchto variací znamená pro Ozobota jinou instrukci, které lze zjistit z běžně dostupných návodů. Podle zadané sekvence barev je Ozobot schopen například zrychlit, zpomalit, odbočit, natočit se, počkat na místě, nebo počítat body či odbočky.[17]

OzoBlockly – Jedná se o grafický programovací editor, který lze otevřít v kterémkoli webovém prohlížeči. Pro jeho přehlednost a intuitivnost s ním zvládnou práci i mladší děti. Jednotlivé grafické prvky, které odpovídají daným příkazům, se do sebe skládají jako puzzle systémem "drag&drop", takže výsledný program jde složit pouze z příkazů, které na sebe logicky navazují, program tak dává smysl a nevyskytují se v něm chyby. Sestavený program editor sám převede do jazyků JavaScript či Python, takže i zkušenější programátor jej může v těchto jazycích přečíst.[17]

Ke zcela správnému fungování Ozobota je nezbytné jej nakalibrovat. To je potřeba především kvůli adaptaci na okolní světelné podmínky a při přemísťování mezi různými povrchy, zejména při přechodu z displeje na papír. Kalibrace se provádí tak, že zmáčkneme tlačítko Ozobota po dobu 2 s, dokud LED dioda nezačne blikat bíle, umístíme jej na kalibrovací kruh a tlačítko pustíme. Ozobot popojede vpřed a pokud zabliká zeleně, kalibrace byla úspěšná a můžeme ho spustit. V případě neúspěšné kalibrace Ozobot zabliká červeně a kalibraci je nutné zopakovat.[17]

Vytvořený kód lze do Ozobota přenést velmi snadno, stačí jej přiložit na vyznačené místo na obrazovce. Při přenosu blikají LED diody. Jakmile přenos skončí a LED diody přestanou blikat, je robot připraven ke spuštění programu. To lze učinit dvojitým stisknutím vypínacího tlačítka. K přenosu tedy není zapotřebí žádné připojení přes USB kabel nebo bluetooth.[17]

K dispozici jsou také dvě aplikace určené pro práci s Ozoboty. Obě tyto aplikace podporují iOS i Android a lze si je stáhnout v Apple Store nebo na Google play. Aplikace Ozobot Bit Groove umožňuje tvoření různých choreografických prvků a efektů určených pro práci s Ozobotem. Pro typ EVO je k dispozici aplikace Ozobot Evo, která umožňuje dálkové ovládání, chatování, nahrávání kódů z OzoBlockly apod. Na stránkách výrobce lze stáhnout a vytisknout již připravené bludiště a závodní dráhy.

Aktuálně je na českém trhu dostupný Ozobot 2.0 BIT a Ozobot EVO. Obě tyto varianty v bílém a černém provedení. Ozobot BIT lze aktuálně pořídit například v internetovém obchodu www.robotworld.cz[36] za 1899 Kč. V oficiálním internetovém obchodu výrobce shop.ozobot.com[37] je cena Ozobot EVO 99 \$, což při aktuálním kurzu (březen 2020) činí přibližně 2230 Kč. Na těchto stránkách jsou k dispozici i sady Ozobot EVO, konkrétně 12 ks za 1200 \$, přibližně 27 040 Kč a 18 ks za 1800 \$, přibližně 40 550 Kč. Sady je možno pak s výhodou použít v rámci větších robotických kroužků.

Všechna zmíněná balení se prodávají včetně návodu s ozokódy, sady ozokaret, samolepek a návodu k použití a podle počtu objednaných robotů v balení i k tomu odpovídající počet ochranných náleků, napájecích USB kabelů a ochranných pouzder.

3.4.2 Lego Mindstorms

Lego Mindstorms je celosvětově rozšířená programovatelná robotická stavebnice od společnosti Lego. První generací byla verze RCX, druhá NXT a aktuálně nejnovější je EV3. Porovnání řídicích jednotek jednotlivých generací lze vidět na obr. 10. Doporučený věk této stavebnice je pro děti od 10 let, avšak díky její různorodosti a takřka nekonečným možnostem využití je vhodná i pro starší studenty. Dále bude popisována jen aktuálně nejnovější a nejprodávanější verze této stavebnice – Lego Mindstorms EV3. Z této stavebnice lze díky 601 dílkům, včetně motorů, senzorů a programovatelné řídicí jednotky, sestavit téměř cokoli. K dispozici je i rozšiřující sada s 853 díly.[28]

"Mozkem" každého robota je řídicí jednotka EV3 Brick, která umožňuje jeho řízení a slouží jako napájecí stanice. Obsahuje Operační systém Linux, radič ARM9 s frekvencí 300 MHz, flash paměť o velikosti 16 MB a paměť RAM s 64 MB. Displej řídicí jednotky je černobílý a jeho rozlišení je 178x128 pixelů. Jednotka obsahuje celkem šest tlačítek, z toho čtyři tlačítka, které mohou být naprogramovány na konkrétní akci. Kolem tlačítek indikuje stavová kontrolka různé stavy, např. spuštěný program, upozornění, aktualizování, spouštění, atd.[38]



Obr. 10: Řídicí jednotky Lego Mindstorms [39]

Řídicí jednotka EV3 disponuje:

- Mini USB portem, který slouží pro připojení k počítači.
- Čtyřmi vstupními porty po připojení senzorů.
- Čtyřmi výstupními porty pro připojení motorů.
- Portem pro paměťovou kartu, která umožňuje rozšířit paměť řídicí jednotky o velikost až 32 GB.
- USB portem pro přidání USB Wi-Fi adaptéru, který umožňuje připojení k bezdrátové síti nebo pro vzájemné propojení až čtyř řídicích jednotek.

- Reproduktořem, z něhož vycházejí všechny zvuky, včetně efektů použitých při jeho programování.[38]

Motory a senzory:

- Motory mají integrované senzory otáčení s rozlišením 1° pro programování přesných pohybů robota. Dva velké motory, které obvykle slouží jako hnací jednotky, dosahují 160–170 ot/min, střední motor slouží k udržení přesnosti, je lehčí než velký motor, takže je schopen reagovat rychleji, dosahuje 240–250 ot/min.
- Dotykový senzor – jedná se o analogový senzor, který je schopen detekovat tři stavy: stisknutí, uvolnění a náraz (stisknutí a uvolnění).
- Senzor barev – lze jej použít ve třech různých režimech: barevný režim, ve kterém rozeznává sedm různých barev, režim intenzity odraženého světla a režim intenzity okolního světla, vzorkovací frekvence senzoru je 1 kHz.
- Infračervený senzor – digitální senzor, který je schopen detekovat infračervené světlo odrážené od pevných objektů, či vysílané z dálkového ovládání. Ovladač je obsažen v sadě a lze nastavit až 11 možných kombinací tlačítek.[38]

Možnosti programování:

Jeden ze způsobů programování je pomocí integrované aplikace v řídicí jednotce. Jedná se o cyklus, ve kterém se nachází posloupnosti bloků vykonávající různé funkce. Další možností je pomocí aplikace Lego Mindstorms EV3, ve které lze vytvářet nové projekty, nebo spravovat již existující. Programování funguje na principu bloků, které se dělí na bloky akcí, toků, senzorů, dat a pokročilých funkcí. Ty se skládají do podoby výsledného programu. Pravděpodobně nejrozšířenější možností programování je pomocí platformy ev3dev, což je systém pro jednotlivé programovací jazyky. Těch zde lze používat širokou škálu, C, C++, Python či JavaScript. Další možností programování je pomocí platformy ROS (Robot Operating System), která je určena přímo pro robotiku. Vzhledem k nedostatečnému výpočetnímu výkonu však ROS neběží přímo v řídicí jednotce, ale ta s ním komunikuje na spuštěném počítači. Rozšířenou variantou programování je i programovací jazyk ROBOTC, který je založen na jazyku C a podporující různé robotické platformy.[38,40]

Pro chytrá zařízení je k dispozici aplikace Robot Commander umožňující ovládání robota z mobilu či tabletu. Dále je k dispozici již zmíněná aplikace Lego Mindstorms EV3, kde se nachází návody pro pět různých robotů a informace k získání základního přehledu o stavění a programování této stavebnice. Všechny návody jsou složeny ze čtyř kroků: cíl, tvorba, ovládání, spuštění.

Motory a senzory se k řídicí jednotce připojují pomocí plochých černých kabelů. Řídicí jednotku lze k počítači připojit pomocí USB kabelu nebo bezdrátově pomocí rozhraní bluetooth či Wi-Fi. Kostku napájí šest 1,5 V baterií typu AA a ovladač napájí dvě 1,5 V baterie typu AAA. Baterie nejsou součástí balení.[38]

Na www.lego.com[47], což jsou oficiální internetové stránky výrobce, lze tuto stavebnici pořídit za 10 499 Kč.

4 KOMPARATIVNÍ ANALÝZA

4.1 Charakteristika komparativní analýzy

Podle [54] se analýzou rozumí „proces rozčlenění či rozboru složitějšího celku nebo skutečnosti na jednodušší části.“ Jedná se o rozbor vlastností, vztahů či faktů postupujících od celku k částem.

Analýza umožňuje odhalovat různé vlastnosti procesů, jevů či stavbu systémů. Jedná se o jeden ze způsobů rozboru situace nebo systému. Odděluje podstatné informace od těch méně podstatných a odlišuje vztahy trvalé od nahodilých. Existuje mnoho metod a technik, které upřesňují postup analýzy pro konkrétní systém či situaci. Lze analyzovat stav, například organizaci a její části, nebo zpětné podklady či výsledky nějaké činnosti a vyvozovat z nich závěry nebo náměty ke zlepšení.[54]

Jak je uvedeno v [55], komparativní analýza neboli metoda srovnávací či metoda komparační – jedná se o proces či dílčí postup postavený na principu komparace. Výzkumný postup komparativní analýzy obecně zahrnuje:

- specifikace předmětu srovnávání,
- vymezení srovnávacích vlastností,
- posouzení komparability,
- určení konkrétních technik srovnávání,
- způsob zhodnocení získaných informací.

Typické problémy komparativní analýzy jsou například ověřování hypotéz, stanovení rozdílnosti znaků mezi různými sociálními jevy, zjišťování rozdílů mezi jevy stejného či podobného charakteru nebo porovnání se standardem.[55]

4.2 Srovnávací kritéria

V tabulce 1 jsou uvedena srovnávací kritéria pro následnou analýzu vybraných robotických stavebnic. Jednotlivá kritéria jsou pak dále popsána podrobněji.

Tab. 1: Zvolená srovnávací kritéria

Kritérium
1. Věková vhodnost
2. Koncepce stavebnice
3. Počet částí
4. Variantnost modelů
5. Způsob programování
6. Rozšířenost
7. Robustnost-odolnost proti poškození

8. Kvalita průvodní dokumentace
9. Poskytovaná podpora výrobcem
10. Existence komunit uživatelů
11. Cena

1. Věková vhodnost

Robotické stavebnice se nejčastěji dělí právě podle věku lidí, pro které jsou určeny, proto je tohle srovnávací kritérium poměrně zásadní. V této práci jsou robotické stavebnice rozděleny do dvou kategorií – pro mladší žáky a pro starší žáky. U každé stavebnice je uvedeno, od jakého věku žáka je stavebnice vhodná.

2. Koncepce stavebnice

Pod koncepcí stavebnice si lze představit, jak je daná stavebnice celkově navržena, to znamená, jestli se jedná o jednokusového robota nebo o stavebnici nabízející velké množství různých součástek (tzv. „kit“) a umožňující sestavení několik variant modelů a nabízející případné rozšíření.

3. Počet částí

Toto srovnávací kritérium je důležité především u stavebnic typu „kit“, které umožňují z více částí složit podle potřeby různé modely. Čím více částí je ve stavebnici k dispozici, tím je univerzálnější, všestrannější a dá se z ní obvykle sestavit více různých modelů, což dělá danou stavebnici pro zákazníka atraktivnější.

4. Variantnost modelů

Jak vyplývá z uvedeného předchozího kritéria, variantnost modelů závisí v nemalé míře právě na počtu dílků dané stavebnice. Čím více modelů je možné sestavit, tím je opět daná stavebnice pro zákazníka atraktivnější, což plyne i ze skutečnosti, že čím více modelů lze sestavit, tím je obvykle docílen větší prostor pro tvůrčí myšlení, fantazii a více možností jak jednotlivé modely naprogramovat.

5. Způsob programování

Toto kritérium závisí především na věkové vhodnosti jednotlivých robotických stavebnic. U programovatelných robotických stavebnic se obvykle rozlišují tři základní způsoby programování – grafické, blokové a textové. Některé robotické stavebnice umožňují jen jeden způsob programování, některé naopak všechny tři zmíněné. Grafické programování se uplatňuje u robotických stavebnic zaměřených zejména na mladší děti. Jak již název napovídá, základní myšlenkou tohoto typu programování je grafika, obvykle se jedná o barvy, které lze různě kombinovat tak, že podle jejich uspořádání je robot schopen vykonávat různé úkoly a lze jej tak pomocí barev ovládat. Blokové programování spočívá ve skládání jednotlivých příkazů do jednoho celku pomocí určeného editoru. Provádí se stylem „drag&drop“, kdy do sebe pasují pouze fungující sekvence kódů, což zároveň umožňuje i kontrolu, že je daný kód bez chyb a bude fungovat. Textové programování je nejznámější a nejrozšířenější možností programování. Spočívá ve skládání textového

řetězce do celku, který tvoří program. Programovacích jazyků je celá řada, mezi ty základní lze zařadit například C, C++, C#, Java, Pascal či Python.

6. Rozšířenost

Tímto kritériem je myšleno, jak je daná stavebnice ve světě rozšířená. To znamená, jak moc velký je o danou stavebnici ve světě zájem. Vypovídající hodnotou může být například počet obchodů prodávajících danou stavebnici, počet prodaných kusů nebo zájem o stavebnici ze strany zákazníků.

7. Robustnost-odolnost proti poškození

Odolnost proti poškození je důležitým parametrem u všech možných výrobků. U robotických stavebnic tomu není jinak. Výrobci se snaží jednotlivé části vyrábět z co možná nejpevnějších materiálů. Velkou roli však hrají již celé sestavené modely, často z mnoha různorodých dílů, které lze občas poškodit i chováním, pro které jsou dané stavebnice určeny, což pak snižuje jejich kvalitu.

8. Kvalita průvodní dokumentace

Ke každé robotické stavebnici by měly být dostupné průvodní informace, mezi které patří například to, pro koho je stavebnice určená, jaké jednotlivé součástky obsahuje, jak se jednotlivé modely sestavují, jaké jsou užity technologie a software, jaké umožňuje programování, jak lze daného robota ovládat a další užitečné informace, které by měly být napsány co nejvíce jasně, stručně, kompletně a výstižně.

9. Poskytovaná podpora výrobcem

Každá robotická programovatelná stavebnice by měla mít výrobcem deklarovanou dobu, po kterou je schopna nabízet zákaznickou podporu. Týká se to nejen schopností odpovídat na problémy uživatelů, ale i například aktualizací softwaru nebo schopností poskytnout náhradní díly při jejich potřebě.

10. Existence komunit uživatelů

Některé robotické stavebnice si již na trhu vydobýly vysoké postavení, o čemž svědčí i jejich obliba mezi uživateli, vznik komunit uživatelů a využití těchto stavebnic v robotických soutěžích. Právě robotické soutěže jsou mezi uživatelskými komunitami velmi oblíbené, o čemž vypovídá i jejich rostoucí počet a především velký počet účastníků. Jednotlivé komunity spolu mohou spolupracovat, navzájem si vyměňovat robotické sady nebo si radit při tvorbě programovacího kódu.

11. Cena

Cena je základní parametr všech výrobků. Většinou však cena není právě tím správným parametrem, podle kterého by se měla stavebnice vybírat, neboť se do ní promítá i mnoho vedlejších aspektů, které nemají se samotnou stavebnicí nic společného. Je však jasné, že pro zákazníka je cena důležitým parametrem a nižší cena větším lákadlem. Na trhu obvykle existuje několik prodejců, kteří ty samé výrobky prodávají s různými cenami. Tato analýza pracuje s cenami uvedenými na oficiálních internetových obchodech výrobců, případně na internetových obchodech distributorů určenými výrobci.

4.3 Komparační tabulky

4.3.1 Stavebnice vhodné pro mladší žáky

Tab. 2: Stavebnice vhodné pro mladší žáky [19,21,23,26,37]

	Ozobot EVO	Sphero BOLT	Lego boost	Codey Rocky	Krypton 0
Věková vhodnost	Od 6 let	Od 7 let	Od 7 let	Od 6 let	Od 6 let
Koncepce	1 ks	1 ks	kit	1 ks	kit
Počet částí	1 ks	1 ks	847 ks	1 ks	365 ks
Variantnost	1 ks	1 ks	5 ks	1 ks	17 ks
Způsob programování	Grafické Blokové	Grafické Blokové Textové	Blokové	Grafické Blokové Textové	Grafické Blokové
Cena	2230 Kč	3400 Kč	4499 Kč	2695 Kč	2990 Kč

Vyhodnocení komparační tabulky

V tabulce 2 jsou uvedeny základní parametry stavebnic vhodných pro žáky především prvního stupně základních škol. Z uvedené tabulky vyplývá, že z porovnávaných stavebnic jsou pouze dvě typu „kit“. Nejvíce částí nabízí stavebnice Lego boost, která však umožňuje pouze jeden způsob programování. Nejlevnější variantou je Ozobot EVO, jedná se však pouze o jednokusového robota, takže nenabízí možnost sestavení více modelů. Jednotlivé stavebnice jsou podrobněji popsány v kapitole 3.3.1.

4.3.2 Stavebnice vhodné pro starší žáky

Tab. 3: Stavebnice vhodné pro starší žáky [29,30,32,34,47]

	Lego Mindstorms EV3	Merkur Ant	Pitsco Tetrix max	Fischertechnik STEM Engineering	VEX V5 Classroom Starter Kit
Věková vhodnost	Od 10 let	Od 10 let	Od 12 let	Od 10 let	Od 12 let
Koncepce	kit	kit	kit	kit	kit
Počet částí	601 ks	590 ks	670 ks	890 ks	250 ks
Variantnost	17 ks	1 ks	1 ks	22 ks	1 ks
Způsob programování	Blokové Textové	Textové	Textové	Blokové Textové	Blokové Textové
Cena	10 499 Kč	3180 Kč	19 550 Kč	21 512 Kč	14 620 Kč

Vyhodnocení komparační tabulky

V tabulce 3 jsou uvedeny základní parametry stavebnic vhodných pro studenty především druhého stupně základních škol a pro studenty středních škol. Z uvedené tabulky vyplývá, že všechny porovnávané stavebnice jsou typu „kit“, takže z nich lze sestavit více modelů. Nejvíce částí i možnost sestavených modelů nabízí stavebnice Fischertechnik STEM Engineering. Tato stavebnice je však ze všech porovnávaných stavebnic nejdražší. Jednotlivé stavebnice jsou podrobněji popsány v kapitole 3.3.2.

4.4 Podrobná analýza vybraných stavebnic

V této kapitole jsou srovnávací kritéria z kapitoly 4.2 vyhodnocena verbálním způsobem, nikoliv číselnými hodnotami. Srovnání je provedeno pomocí vícekritériální srovnávací analýzy tak, že na obě ze srovnávaných stavebnic jsou postupně aplikována všechna srovnávací kritéria. Následně je v kapitole 4.5 analýza, ze souboru hodnotících prvků, vyhodnocena.

1. Věková vhodnost

Ozobot EVO: Tento robot je vhodný pro děti od šesti let. Jedná se o věk, ve kterém obvykle žák navštěvuje první stupeň základní školy. Jelikož lze robota ovládat i barvami, o čemž se zmiňují v jiné části práce, tak je tento robot opravdu vhodný i pro děti navštěvující první stupeň základní školy.

Lego Mindstorms EV3: Robotická stavebnice vhodná pro děti od deseti let. Obecně lze říci, že je stavebnice vhodná pro žáky od druhého stupně základní školy. Vzhledem ke svému velkému množství možností je však vhodná i pro studenty středních či vysokých škol.

2. Koncepce stavebnice

Ozobot EVO: Jedná se o jednokusový celistvý model.

Lego Mindstorms EV3: Robotická stavebnice s mnoha díly a širokou škálou modelů k sestavení. K dispozici i rozšiřující sada s vysokým počtem dílků.

3. Počet částí

Ozobot EVO: Ozobot EVO je zkonstruován pouze z jedné části ve tvaru koule. Jsou sice k dispozici různé doplňky, které mají obvykle pouze kosmetický charakter a nemají na funkčnost robota žádný významný vliv.

Lego Mindstorms EV3: Základní verze této robotické stavebnice obsahuje celkem 601 dílků. K dispozici je i doplňková stavebnice, která obsahuje celkem 853 dílků.[28]

4. Variantnost modelů

Ozobot EVO: Jelikož je tento robot zkonstruován pouze z jedné celistvé části, nenabízí možnost sestavení více modelů.

Lego Mindstorms EV3: Podle informací od výrobce lze ze sady sestavit pět základních plně funkčních modelů. Vzhledem ke svému poměrně vysokému počtu dílků a možnosti dokoupení doplňkové sady, závisí počet modelů takřka jen na lidské fantazii.[28]

5. Způsob programování

Ozobot EVO: Ozobot nabízí dvě ze tří základních možností programování, konkrétně to jsou grafické programování a blokové programování, jež jsou popsány v kapitole 4.2. Více o možnostech programování tohoto robota se lze dočíst v kapitole 3.4.1.[17]

Lego Mindstorms EV3: Robotická stavebnice poskytuje dvě ze tří základních možností programování. U této stavebnice se však jedná o programování blokové a textové. Více o možnostech programování stavebnice se lze dočíst v kapitole 3.4.2.[38]

6. Rozšířenost

Ozobot EVO: Robot se uplatňuje zejména ve výuce menších dětí, které se teprve seznamují s robotikou. Proto je tento robot rozšířen zejména na prvním stupni základních škol. I tak je robot využíván pro různé robotické soutěže a ukázky robotiky pro menší žáky. Důkazem toho může být například letos konaná celostátní Robotiáda v Brně, na které byly Ozoboty hojně využívány.

Lego Mindstorms EV3: Společnost Lego je celosvětově rozšířenou značkou, která nabízí přes 100 různých sérií stavebnic a série Lego Mindstorms je jednou z nich. Tato robotická stavebnice je hojně využívána nejen v českých základních a středních školách pro výuku programování robotů, ale i na většině robotických soutěží, a to nejen v tuzemsku, ale i v zahraničí.[48]

7. Robustnost-odolnost proti poškození

Ozobot EVO: Jedním z výhod tohoto robota je právě jeho odolnost proti poškození. Jelikož se jedná o celistvý výrobek, je mnohem menší šance jej nějakým způsobem rozbít.

Lego Mindstorms EV3: U stavebnice typu „kit“ je riziko poškození jednotlivých částí vždy o něco větší než u jednokusových robotů. Může se tak stát například při skládání robota nebo prudkým nárazem do překážky.

8. Kvalita průvodní dokumentace

Ozobot EVO: Výrobce poskytuje pouze stručnou příručku se základními informacemi. Nabízí však několik videí, ve kterých je vysvětleno jeho ovládání, programování a další užitečné informace. Video jsou komentována v anglickém jazyce, což může být pro někoho překážkou. Některé weby zabývající se robotikou nabízí podrobněji psané manuály i v českém jazyce.

Lego Mindstorms EV3: Výrobce k této stavebnici nabízí podrobný, téměř šedesáti stránkový, manuál, který je volně přístupný a je k dispozici v několika jazycích, včetně českého. Manuál obsahuje použité technologie řídicí jednotky, motorů a senzorů. Popisuje vlastnosti softwaru a způsoby programování. Nabízí také řešení různých problémů a další užitečné informace.[38]

9. Poskytovaná podpora výrobcem

Ozobot EVO: Výrobce na svých internetových stránkách poskytuje uživatelům podporu ve formě kontaktního mailu a odpovědí na často kladené otázky, tzv. „FAQ“. Pro některé uživatele může být nevýhoda existence těchto odpovědí pouze v anglickém jazyce. Pro firmware řídicí jednotky jsou nepravdělně k dispozici aktualizace, jejichž obsah je

uveden na internetových stránkách výrobce. Na těchto stránkách jsou ohledně Ozobotů nabízeny i různé webináře.[51]

Lego Mindstorms EV3: Na internetových stránkách výrobce je uvedeno mnoho možností uživatelské podpory. Nachází se zde informace, jak lze výrobce kontaktovat, konkrétně to jsou kontaktní emaily, telefonní číslo i poštovní adresa. Jsou zde uvedeny odpovědi na často kladené otázky, návody na sestavení jednotlivých robotů a různá témata další podpory, která jsou uvedena v českém jazyce. Výrobce nabízí i možnost nechat si poslat chybějící či rozbitý dílek stavebnice a poskytuje aktualizace softwaru i firmwaru řídící jednotky.[47]

10. Existence komunit uživatelů

Ozobot EVO: Pro roboty Ozobot existují uživatelské komunity, mezi které lze zařadit například facebookové skupiny či různá fóra, na kterých si uživatelé navzájem vyměňují své poznatky a řeší mezi sebou případné vzniklé problémy.

Lego Mindstorms EV3: Pro tuto robotickou stavebnici existuje mnoho uživatelských komunit, ať už na facebookových stránkách, ale i na dalších sociálních sítích. Na stránkách výrobce jsou uveřejněna různá videa a články uživatelů, kteří sdílí své postavené modely. Uživatelé si navzájem poskytují různé tipy, triky a radí si při problémech s programováním robotů. Za zmínku také určitě stojí existence mnoha uživatelských fór. Napříč celým světem se pravidelně koná mnoho robotických soutěží, ve kterých si jednotliví soutěžící nejen poměří své znalosti v oblasti programování robotů, ale vymění důležité poznatky a získají mnoho zkušeností.

11. Cena

Ozobot EVO: Na oficiálních internetových stránkách výrobce je Ozobot EVO, včetně příslušenství, k dostání za 99 \$, což při aktuálním kurzu (březen 2020) činí 2230 Kč. Podrobně je cena Ozobotů rozebrána v kapitole 3.4.1.[37]

Lego Mindstorms EV3: Stavebnice Lego Mindstorms EV3 se na oficiálních internetových stránkách výrobce aktuálně prodává za 10 499 Kč.[47]

4.5 Vyhodnocení srovnávací analýzy

Ozobot EVO: Ozobot je velmi zajímavý robot pro seznámení se s robotikou. I přes svoji jednoduchost a velikost má široké možnosti využití a lze jej využívat jako hračku, ale i jako edukativní pomůcku ve školách či zájmových kroužcích. Výhodou toho robota je mimo jiné i to, že žáci, kteří jej programují pomocí grafického či blokového způsobu programování, pak mohou plynule přejít na standardní programovací jazyky, protože již mají představu, jak má vypadat správná syntaxe při vlastním programování. Robot dovoluje logicky skloubit výuku programování s výukou základů robotizace. To ostatně potvrzují i publikované texty [41,42,43,44,45,46] o zkušenostech s tímto robotem. Robot svými možnostmi přitáhne žáky k informatickému a technickému myšlení a umožní jim vyzkoušet si základy programování, je tak vhodný především pro žáky prvního stupně základní školy.

Lego Mindstorms EV3: Tato tradiční robotická stavebnice, jejíž aktuální verze EV3, která byla vydána na trh v roce 2013, je nyní nejrozšířenější robotickou stavebnicí, a to nejen na českém trhu [48]. Svědčí to o kvalitě, kterou tato stavebnice bezesporu nabízí. Svými takřka nekonečnými možnostmi využití je vhodná pro širokou škálu lidí zájímajících se o robotiku. Stavebnici lze doporučit pro výuku robotizace a programování na gymnáziích, středních odborných školách, průmyslových školách, vyšších odborných školách, ale i v bakalářském studiu vysokoškolského vzdělávání. Rozhodně ji mohou využívat technické kroužky robotiky, kde se jejich členové velmi důkladně seznámí nejen se základy robotiky, ale i pokročilou problematikou programování a robotizace. Beze sporu je vhodná i pro pokročilé amatéry, kteří ji svým tvůrčím způsobem mohou využívat pro stavbu zajímavých, technicky náročnějších, robotických soustav.

5 SIMULACE OVLÁDÁNÍ ROBOTA OZOBOT

Počítačová simulace je napodobení skutečného stavu, věci nebo procesu. Modelem je počítačový program, který umožňuje simulovat abstraktní model určitého systému. Úkolem tohoto programu je zjistit, jak se bude systém chovat pro zadaná vstupní data, nikoliv však tento systém optimalizovat. Počítačové simulace se staly důležitou a velmi užitečnou součástí v modelování matematických či fyzikálních systémů, chemii, biologii i psychologii.[49]

Pro studenty, kteří si nemají možnost fyzicky Ozobota obstarat, nebo jím nemohou z jakéhokoli důvodu disponovat, je k dispozici webový výukový editor Shape Tracer, ve kterém si pomocí programovacího stylu OzoBlockly mohou své Ozoboty naprogramovat a simulovat jejich pohyb.

Tento výukový editor je aktuálně k dispozici ve dvou různě náročných lekcích. V lehčí variantě lze nastavovat pohyby a světelné efekty robota. V náročnější variantě je navíc možnost použití cyklů. Výhodou tohoto simulování je skutečnost, že není potřeba žádná znalost ovládání nebo programování Ozobota a během deseti úkolů, které každá z lekcí obsahuje, se žáci vše snadno naučí. Nevýhodou je alespoň elementární znalost základních anglických slov, které jsou nezbytné pro pochopení programového kódu. Úkoly jsou seřazeny vzestupně podle náročnosti, takže se začíná na těch nejjednodušších a postupně se mírně ztěžují. Jednu z náročnějších úloh lze vidět na obr. 11.[50]

Možností je i simulace ve skupinkách po více žácích, kteří mezi sebou spolupracují a splňují zadané úkoly. Následně spolu mohou diskutovat o složeném blokovém kódu a jeho aspektech, jako je například vhodnost využití programových smyček.

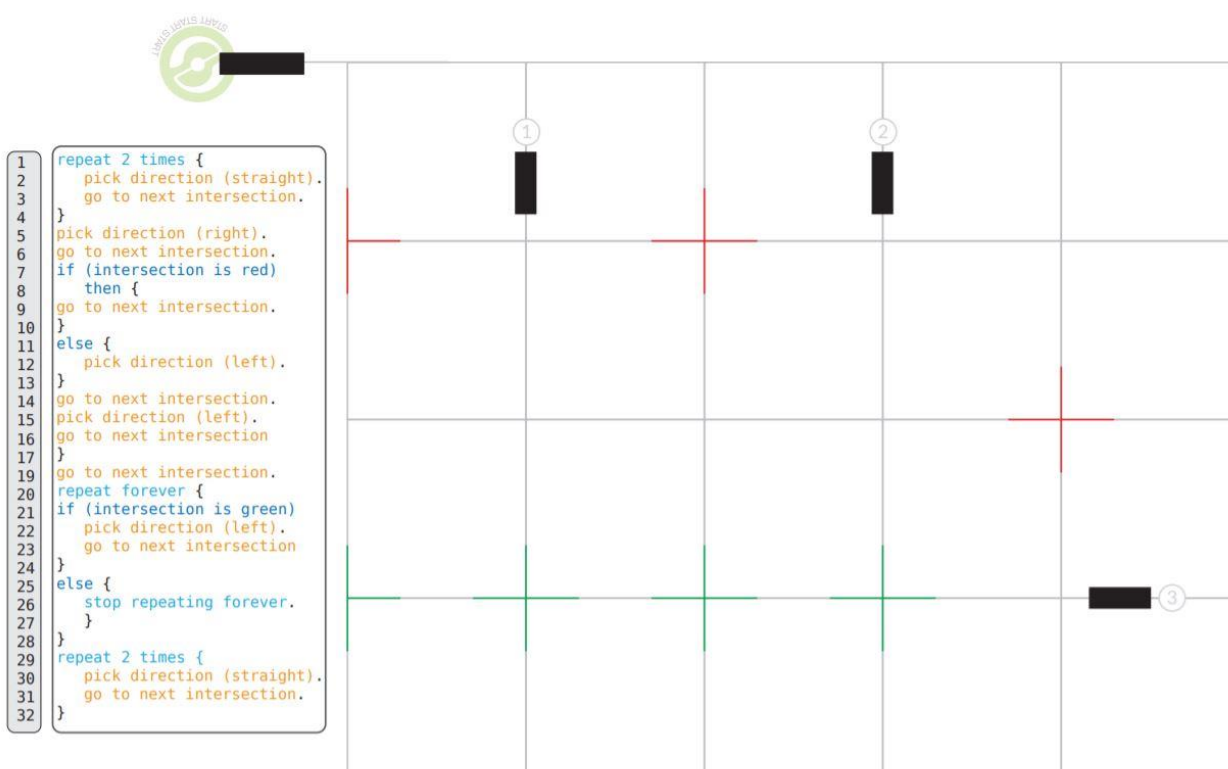


Obr. 11: Simulace Ozobota v editoru Shape Tracer pomocí OzoBlockly [52]

Pro studenty, kteří zvládnou výše zmíněnou simulaci v editoru Shape Tracer pomocí kódů OzoBlockly, jsou k dispozici pracovní listy na simulaci pohybů Ozobota. Tyto pracovní listy jsou určeny pro začátečníky a středně pokročilé.

V materiálech se nachází úvodní informace a jsou zde stručně popsány používané výrazy, klíčová slova a základní vědomosti pro úspěšné zvládnutí daných úkolů. V úvodních dvou úkolech je třeba přečíst a pochopit programový pseudokód a pomocí fixů či jiných zvýrazňovačů následně vybarvit cestu tak, jak je popsáno pomocí příkazů. Druhý úkol lze vidět na obr. 12. Pakliže studenti oba úkoly úspěšně zvládnou, mohou se pustit do úkolu třetího, jehož cílem je ze zvýrazněného pohybu robota napsat pseudokód jeho pohybu. Jedná se tedy o opačné zadání, než bylo v prvních dvou úkolech. V tomto úkolu je dokonce několik správných možností, jak jej vyřešit, takže tento pseudokód mohou psát tak dlouho, než se jim ho podaří úspěšně minimalizovat do nejstručnější formy. V závěru pracovních listů jsou všechny tři úlohy vypracovány, což poslouží pro případnou kontrolu.[53]

Na těchto úkolech si lze ukázat mnoho pravidel vhodných k programování a naučit se tak základní principy a užitečné funkce, které jsou pro začínající programátory důležité. Studenti si získané znalosti mohou dále prohlubovat a zlepšovat tak své programátorské dovednosti.



Obr. 12: Jeden z úkolů simulující pohyb Ozobota [53]

6 VZDĚLÁVACÍ KURZY A MATERIÁLY

V České republice existuje mnoho možností vzdělávání pomocí robotických stavebnic, a to jak pro děti, tak i pro dospělé. Studenti mají možnost navštěvovat různé školní skupiny, volnočasové kroužky nebo si své znalosti prohlubovat v rámci přípravných kurzů na různé soutěže. Dospělí mohou využít nabídek především komerčních kurzů, které jsou v tuzemsku nabízeny několika subjekty – od vysokých škol až po soukromé školitele. Výhodou těchto kurzů je fakt, že jsou často dostupné i pro širokou veřejnost. V této kapitole je uvedeno a stručně popsáno několik kurzů, ve kterých jsou právě robotické stavebnice hojně využívány. Tento seznam nereflektuje aktuálně nabízené kurzy vhodné k přihlášení, ale poukazuje na různorodost a širokou škálu možností využití robotických stavebnic v kurzech pro děti i dospělé a nabízí stručný průřez kurzů napříč celou republikou.

6.1 Kurzy pro pedagogické pracovníky

6.1.1 Kurzy zastřešované vysokými školami

Na pedagogické fakultě Masarykovy univerzity se vyučoval kurz **Základy stavby a programování robotů pro učitele ZŠ a SŠ**. Jde o kurz zaměřený na praktickou i teoretickou přípravu učitelů základních a středních škol, seznámení se se základními obvody robotických a automatizačních systémů využívaných v praxi, jejich činností, oživením jednoduchých aplikací i naprogramování řídicího mikrokontroléru, který celý systém řídí.[56]

Na pedagogické fakultě Masarykovy univerzity vznikly i následné dva kurzy určené pro učitele 1. a 2. stupně ZŠ: **Základy stavby a programování robotů pro učitele ZŠ a Praktické využití robotické stavebnice ve výuce přírodovědných předmětů na ZŠ**. Tyto kurzy jsou určeny pro učitele, kteří se svými žáky chtějí využívat robotické stavebnice pro zlepšení názornosti i atraktivity výuky v přírodovědných oborech. V prvním zmíněném kurzu se učitel naučí základům vytváření jednoduchých aplikací prostřednictvím robotického systému a základům jejich konstrukce, oživení, ale také vytvoření řídicího programu pro procesor robotického systému. Ve druhém zmíněném kurzu se učitel naučí vytvářet jednoduché modely, doplnit je potřebnými elektronickými obvody a tyto modely řídit prostřednictvím robotického systému. Bude tak schopen vytvářet i své vlastní měřicí a řídicí systémy potřebné pro výuku. Naučí se nejen základům jejich tvorby, ale také vytvořit řídicí program pro procesor robotického systému.[57]

Z nabídky vzdělávacích kurzů Univerzity Pardubice byly vybrány kurzy pro pedagogy základních a středních škol. Konkrétně to jsou kurzy **Podpora pro praktickou výuku M/F/G a Vizuální programování se zaměřením na robotiku**. Cílem prvního zmíněného kurzu je seznámit učitele s mechatronickými stavebnicemi, které mohou výrazně pomoci při výuce například matematiky a fyziky na základních a středních školách. Práce s mechatronickými stavebnicemi je vhodná pro laboratorní práce,

demonstraci ve výuce nebo praktické činnosti skupin žáků. Cílem druhého zmíněného kurzu je seznámit učitele základních škol s možnostmi zatraktivnění výuky pomocí robotiky. Po seznámení s vývojovým prostředím umožňující vývoj řídicích aplikací pomocí vizuálního programování, je pozornost přesunuta k vlastní stavbě a oživení demonstračních robotů. Jde především o roboty využívající ke své činnosti vstupní informace z různých senzorů, jako jsou ultrazvukový dálkoměr, senzor pro měření intenzity zvuku či osvětlení, rozeznávání barev, stisknutí, otáček a dalších.[58]

Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích pořádá kurz **Informatika bez počítače a robotika na 2. stupni ZŠ**, jehož první část školení je věnována informatice bez počítače, tedy tématům, v nichž není nutné používat počítač. Druhá část je zaměřena na postavení a naprogramování robota ze stavebnice Lego Mindstorms.[59]

Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze nabízí **Robotický LEGO seminář pro učitele základních škol**, který je zaměřen především na praktické použití stavebnice Lego Mindstorms EV3 ve výuce.[60]

6.1.2 Kurzy nabízené ostatními subjekty

Výukový portál veskole.cz nabízí kurz **Polytechnické vzdělávání s robotickými stavebnicemi**. Cílem školení je seznámení pedagogů s možnostmi polytechnického vzdělávání, speciálně robotiky. Účastníkům je poskytnut nezbytný základ k tomu, aby mohli polytechnické vzdělávání představit svým žákům a motivovat je k další samostatné práci. Po absolvování školení účastníci získají náměty na možnosti využití robotických stavebnic, dokáží sestavit základní robotické modely a naprogramovat je, čímž získají praktickou zkušenost pro následné využití ve výuce.[61]

Výukový portál eduskop.cz nabízí kurz **Úvod do školní robotiky**. Tento kurz je zejména pro učitele a lektory všech předmětů na všech úrovních vzdělávání, studenty učitelství a všechny zájemce o nové trendy ve výuce informatiky v Česku i v zahraničí.[62]

Výukový portál edutime.cz nabízí akreditované semináře pro vzdělání pedagogických pracovníků. Jeden z nabízených seminářů nese název **Ozoboti ve výuce na základní škole**. Obsah kurzu je zaměřen na robota Ozobot, práci s ozokódy, pochopení principu programování bez tabletu či počítače a ukázky praktického využití robotických zařízení v běžném prostředí. Dále je v kurzu probíráno programování a algoritmizace v editoru OzoBlockly. Druhým nabízeným seminářem je **Lego Mindstorm – začínáme s robotikou**. V tomto kurzu je postupně probírána stavebnice Lego Mindstorms EV3, programování základních úloh, zapojení čidel a senzorů a možnosti ovládání robotů. Dalším seminářem je **Chytré hračky ve škole – hravé programování**. Tento kurz je zaměřen na koncept „chytrých“ hraček, jakožto cestu, která má přivést žáky k zájmu o technické vědy a pomoci učitelům s vysvětlením pojmů jako technika a programování. V semináři se pracuje s programováním Ozobotů a s praktickými ukázkami stavebnice Lego Mindstorms. Závěrečná část workshopu je

zaměřena na seznámení se s platformou arduino a objasnění principů programování základních desek.[63,64,65]

Portál amosky.cz nabízí akreditované kurzy pro vzdělávání pedagogických pracovníků, konkrétně **Učíme s Ozoboty** a **Polytechnická výchova – robotika – výuka s Ozoboty**. [66]

Krajské vzdělávací centrum Karlovarského kraje pořádá pro další vzdělávání pedagogických pracovníků kurz **Edison robot – základy programování**, jehož hlavní náplní je programování robota Edison, který je navržen jako kompletní zdroj pro výuku programování a robotiky.[67]

6.2 Kurzy pro žáky a studenty

Vzdělávací centrum Turnov nabízí čtyři programy:

Hravá robotika pro nejmenší: tento program je vhodný zejména pro žáky 1. až 3. ročníku ZŠ a seznámí účastníky se základními principy programování robotů sestavených ze speciální vzdělávací edice robotické stavebnice LEGO, která je určena právě pro předškolní děti a žáky 1. stupně ZŠ. Účastníci si ve vícečlenných pracovních týmech nejdříve sestaví samotnou mechanickou část robota, vybaví ho potřebnými servomotory a čidly, vše propojí s řídicím mikropočítačem, který nakonec naprogramují tak, aby robot vykonával zadané úkoly.[68]

Robotika pro začátečníky: tento program je vhodný zejména pro žáky 4. až 9. ročníku ZŠ a seznámí účastníky se základními principy programování robotů. Účastníci kurzu poznají, co obnáší robotika po stránce mechanické, elektrické i programátorské. Porozumí základním principům řízení automatizovaných strojů a odhalí možnosti, které robotům dávají čidla různých fyzikálních veličin a jak lze signály z těchto čidel využít k vytvoření autonomního systému.[69]

Robotika pro mírně pokročilé: tento program navazuje na Robotiku pro začátečníky, je vhodný zejména pro žáky 2. stupně ZŠ. Účastníci prohlubují znalosti základních principů programování při reálném programování robotů. Ve vícečlenných pracovních týmech sestaví mechanickou část robota a naprogramují jej tak, aby robot vykonával zadané úkoly a pracoval autonomně.[70]

Robotika pro pokročilé: program nabízí pokračování studentům SŠ, kteří absolvovali programy Robotika pro začátečníky a Robotika pro pokročilé. Účastníci dále prohlubují znalosti principů programování při reálném programování robota VEX EDR, naučí se programovat v jazyce Python a v prostředí Robot Mesh.[71]

Technická univerzita v Liberci nabízí celoroční technické kurzy, které jsou určeny zejména žákům z 1. stupně ZŠ a žákům z nižších ročníků 2. stupně ZŠ.

V kurzu **Kurz Robotika s LEGO Mindstorms pro 3. až 5. třídu ZŠ** žáci pracují ve dvojicích a během kurzu získají znalosti a dovednosti, které jsou důležité pro vzbuzení zájmu o robotiku a programování. **Kurz Programování LEGO robotů pro 5. až 7. třídu ZŠ** je zaměřen na praktické zvládnutí stavby a programování lego robotů. Žáci se seznámí s prostředím LabVIEW, ve kterém robota programují, poznají všechny jeho senzory

a naučí se je využívat pro jeho řízení. Další rozvoj stavby a programování robotů je umožněn v kurzech **Pokračovací kurz Programování LEGO robotů EXCELENCE I pro 6. až 8. třídu ZŠ**, **Pokračovací kurz Programování LEGO robotů EXCELENCE II pro 7. až 9. třídu ZŠ** a **Pokračovací kurz Programování LEGO robotů EXCELENCE III pro 7. třídu ZŠ až 2. ročník SŠ**. V těchto kurzech je kladen důraz na složitější struktury programu, vzdálené řízení robota z PC, vykreslování grafů ze získaných dat, programování reálných systémů, řízení jednoduchých měřicích zařízení apod.[72]

Výukový portál Talnet.cz nabízí kurz **ASURO kurz základní robotiky**. Účastníci kurzu si od základu sestaví pojízdného robota. V několika lekcích jim je vysvětleno, jak fungují jednotlivé senzory, jak se zpracovávají data a jak lze robota naprogramovat.[73]

Centrum Robiq má v nabídce 4 kurzy zaměřené na robotické stavebnice, mezi které patří například kurz **Robičky**, který je zaměřen na rozvíjení společenských návyků a tvůrčích dovedností. Děti se seznamují se základy programování. Dalším kurzem je **Automatika**, jehož hlavní náplní je pokročilá konstrukce mobilního robota. Studenti si vyzkouší základy pájení, techniky obvodů, výroby plošných spojů a seznámí se s funkcí motorů a senzorů. Posledním nabízeným kurzem je **Roboškola**, který slouží jako základ pro rozvoj v oblasti informačních technologií.[74,75,76]

Součástí Správy informačních technologií města Plzně je i Centrum robotiky, které nabízí mnoho kroužků zaměřených na podporu zájmů dětí o polytechnické a přírodovědné vzdělání. Mezi nabízené kroužky patří například **Robotika hravě**, ve kterém se účastníci seznámí se základy robotiky a blokového programování a prostřednictvím hry a robotů rozvíjí algoritmické myšlení, kreativitu, prostorovou představivost a logické uvažování. Dalším z nabízených kurzů je **Robotika a programování**, který je zaměřen na práci se stavebnicovými systémy Lego Mindstorms, Makeblock a programovacím jazykem Scratch. V kroužku **Inteligentní Lego roboti** se účastníci seznamují a pracují se stavebnicí Lego Mindstorms EV3. V kroužku **Stavba a programování robotů** se žáci učí, jakým způsobem se robot pohybuje, rozhoduje a jak mu lze zadávat příkazy. Kroužek **Robotika pro děvčata** je určen všem dívkám. Ty se seznámí s roboty Ozobot a postaví a rozpohybuji si robotické modely z různých stavebnic. Pro začátečníky i pokročilé je určen kroužek **Lego Mindstorms a další robotické stavebnice**, ve kterém se účastníci seznámí a prohloubí své programovací znalosti mimo jiné s prostředím stavebnice Lego Mindstorms.[77,78,79,80,81,82]

Studenti ze Západočeské univerzity pořádají kurzy robotiky **WeDo KIDS**, **WeDo**, **WeDo 2** a **EV3 SPACE** ve kterých se studenti seznámí se robotikou, funkcemi ozubených kol, principem převodovky, senzorů pohybu a mnoho dalšími informacemi potřebnými pro navrhování mechanických modelů. Ve dvou posledních ze zmíněných kurzů si studenti zkusí postavit i vlastního autonomního robota.[83]

Fakulta elektrotechniky a informatiky na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě v Ostravě pořádá kroužky zaměřené mimo jiné i na robotické stavebnice. Mezi robotické stavebnice využívané v těchto kurzech lze zařadit Ozobot, Lego Mindstorms EV3, Boffin, Voltík I, voltík II a Voltík III. Studenti se na těchto robotických hračkách naučí základy sestavení pohyblivých komponent, principů technických zařízení a funkčnosti a pochopí základy mechaniky, elektroniky a řízení.[84]

6.3 Výukové materiály

Existuje mnoho materiálů vhodných k výuce robotických stavebnic. V této kapitole jsou stručně uvedeny pouze některé z nich. Většina výrobců vydává ke stavebnicím vlastní podpůrné materiály obsahující návody, úkoly, doporučení a další užitečné informace.

Metodická doporučení z oblasti programování jsou pravidelně publikována na **Metodickém portálu Národního pedagogického institutu České republiky**. Na tomto portálu je k dispozici mnoho různých článků ohledně programování robotických stavebnic i návodů a doporučení týkajících se zapojení těchto stavebnic do výuky.[85]

Zaměstnanci a studenti Západočeské univerzity v Plzni vydali poměrně stručný informační web ke stavebnici Lego Mindstorms NXT. Na tomto webu je k dispozici popis jednotlivých částí, úlohy k sestavení a programování robota a další užitečné informace.[86]

Na pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze byly vydány studijní materiály **Edukační robotika**. Tyto materiály jsou určeny studentům pedagogických fakult a učitelům základních a středních škol, kteří hodlají při vzdělávání žáků a studentů na svých školách využít robotických sad. Jak již z názvu napovídá, jedná se o materiály obsahující informace o robotice, robotizaci, řízení procesů, základním přehledu edukační robotiky a robotických sadách Lego Mindstorms NXT.[87]

Z našich časopisů pravidelně uveřejňuje ve své konstrukční části řadu konstrukčních i metodických návodů časopis **Amatérské rádio**. Dalším vhodným zdrojem informací je i časopis **Automa**.

V oblasti metodiky využívání robotických stavebnic se neustále objevují nové pohledy. Jako příklad je v příloze (Příloha 1) uveden abstrakt příspěvku, který bude po dohodě s redaktorem Amatérského rádia uveřejněn v druhé polovině tohoto roku, jako doporučení, na co by neměli vedoucí kroužků při své činnosti zapomínat.

7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo sestavit seznam nabízených robotických stavebnic, provedení komparativní analýzy vybraných stavebnic a navržení a doporučení vhodného způsobu využití robotických stavebnic pro získání zájemců o studium robotiky.

V první kapitole je vysvětleno, proč je potřeba žáky a studenty vzdělávat v technicky zaměřených oblastech, jako je právě robotizace, v jakých oborech se mohou takto vzdělání studenti uplatnit a aktuální pohled na robotizaci v kontextu Průmyslu 4.0. Dále je v práci stručně popsáno celkem deset dostupných programovatelných robotických stavebnic, z toho pět vhodných pro mladší žáky a pět pro starší žáky. Z těchto deseti stavebnic byly vybrány dvě, aktuálně nejpopulárnější na českém trhu, a ty popsány detailněji. Tyto dvě stavebnice byly podrobeny vícekritériální analýze, která byla následně vyhodnocena. V předposlední kapitole je představena možnost, jak lze experimentovat s Ozobotem bez jeho fyzického držení, což umožňuje, aby se žáci seznámili s problematikou modelování a simulace. To je pak významné pro pochopení základních principů digitalizované výroby Průmyslu 4.0 a virtualizace digitálních dvojčat. Poslední kapitola je zaměřena na stručný přehled kurzů vyučované v České republice, které ke své výuce využívají robotické stavebnice. Ve většině kurzů jsou využívány stavebnice Ozobot a Lego Mindstorms. Právě tyto stavebnice jsem v práci popsal detailněji a podrobil analýze.

Z uvedeného přehledu vyplývá, že výuka o robotech je na základních a středních školách dostatečně metodicky zajištěna. Tyto materiály jsou obsáhlé a kvalitní. Proto jsem se ve své práci zaměřil na prezentaci těchto materiálů, které doporučuji k pozornosti učitelů a vedoucích robotických kroužků, aniž bych explicitně rozebíral postup při výuce o robotech. Zájemci se mohou opřít i o pomoc vysokých škol, které mají robotické laboratoře. Například Ústav automatizace a informatiky na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně již druhým rokem realizuje exkurze do robotické laboratoře pro příměstské letní tábory v rámci hnutí „Věda nás baví“. Na závěr jsem doplnil přílohu, která upozorňuje na nutnost seznámit žáky škol a členy robotických kroužků i se širšími souvislostmi o robotech a o robotizaci.

V práci jsem využil i osobních zkušeností, kdy jsem během střední školy navštěvoval kurz zaměřený právě na stavbu a programování robotů ze stavebnice Lego Mindstorms NXT a účastnil se Robosoutěže na ČVUT v Praze.

Domnívám se, že současný sortiment robotických stavebnic významně přispěje ke zvýšení kvality jak klasické prezenční výuky, tak i mimoškolní výuky v různých technických, zejména robotických kroužcích.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DOSTÁL, Jiří. Průmysl 4.0 a Společnost 5.0 – výzvy pro změnu (nejen) technického vzdělávání. In: *Researchgate.net* [online]. 14.12.2017 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321781467_Prumysl_40_a_Spolecnost_50_-_vyzvy_pro_zmenu_nejen_techickeho_vzdelavani
- [2] RADIM, Adam. Roboty do roboty – diskuse k současnosti a budoucnosti robotizace. *Automa: časopis pro automatizační techniku*. 2018, **24**(11), 28. ISSN 1210-9592.
- [3] MAŘÍK, Vladimír a Josef PRAVEC. Stroje nás jen tak nedoženou. *Ekonom. Economia*, 2018, **62**(13), 20-25. ISSN 1210-0714.
- [4] MAŘÍK, Vladimír. Industrie 4.0: výzvy a hrozby. In: *Slideplayer.cz* [online prezentace]. Praha: Katedra kybernetiky FEL [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/5584775/>
- [5] KOLÍBAL Zdeněk a kol.: Roboty a robotizované výrobní technologie Brno: VUTIU, 2016, ISBN 978-80-2114-826.
- [6] BALÁTEĚ, Jaroslav. *Automatické řízení*. Praha: BEN - technická literatura, 2003. ISBN 80-730-0020-2.
- [7] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [8] NOVÁK Petr. Mobilní roboty. Praha: BEN- technická literatura , 2005, ISBN 80-7300-141-1.
- [9] Stavebnice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Stavebnice>
- [10] Stavebnice = základ zdravého vývoje dítěte! *Nunynek: kolonial radosti pro celou rodinu* [online]. 28.4.2016 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://www.nunynek.cz/vite-o-hrackach/stavebnice-zaklad-zdraveho-vyvoje-ditete/>
- [11] Historie Lega. *Muzeumlegatabor.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.muzeumlegatabor.cz/historie/>
- [12] MLÁDEK, Jiří. Stavebnice TRIx - Volary. In: *Merkurmladek.webnode.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://merkurmladek.webnode.cz/publikace/trix/>
- [13] Historie... *Merkurtoys.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <http://www.merkurtoys.cz/historie/>
- [14] Stavebnice. *Kutilovo.cz* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <http://www.kutilovo.cz/shop/cenpart.php?sh=2&dlt=2&firm=145&ur=0&cosid=264436&keyin=couac88vxc>
- [15] Elektronická stavebnice ALFA 2. *Elektroraj.cz* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <http://www.elektroraj.cz/2017/02/28/elektronicka-stavebnice-alfa-2/>
- [16] MIKROPOČÍTAČOVÁ STAVEBNICE PETR. *Sapi.cz* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <http://www.sapi.cz/petr/petr.php>
- [17] HÁJKOVÁ, Miluše. Ozoboti ve školství aneb programování hrou. In: *Spomocnik.rvp.cz* [online]. 6.11.2017 [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/21588/OZOBOTI-VE-SKOLSTVI-ANEB-PROGRAMOVANI-HROU.html>

- [18] VÍTEK, Jan. Sphero Bolt: kutálející se programovatelný robot s LED panelem. In: *Svethardware.cz* [online]. 13.09.2018 [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/sphero-bolt-kutalejici-se-programovatelny-robot-s-led-panelem/47531>
- [19] Sphero BOLT. *Sphero.com* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://sphero.com/products/sphero-bolt>
- [20] Sphero Bolt Robotic Ball. *Midwesttechnology.com* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://www.midwesttechnology.com/sphero-bolt-robotic-ball/>
- [21] Tvořivý box LEGO® BOOST. *Lego.com* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.lego.com/cs-cz/product/boost-creative-toolbox-17101>
- [22] LEGO® BOOST: The new kit of LEGO®. In: *Robot-advance.com* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://www.robot-advance.com/EN/art-lego-boost-en-1911.htm>
- [23] CODEY ROCKY - PROGRAMOVATELNÝ VÝUKOVÝ ROBOT PRO DĚTI. *Hwkitchen.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.hwkitchen.cz/codey-rocky-programovatelny-vyukovy-robot-pro-deti/>
- [24] Makeblock Codey Rocky. *Rpishop.cz* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://rpishop.cz/roboti/1171-makeblock-codey-rocky.html>
- [25] Celuloid. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Celuloid>
- [26] Abilix - Krypton 0. *Robotworld.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.robotworld.cz/abilix-krypton-0>
- [27] Krypton 0. *Abilix.pl* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <http://abilix.pl/cz/vyrobyky/>
- [28] LEGO Mindstorms EV3. In: *Robotworld.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.robotworld.cz/lego-mindstorms-ev3>
- [29] Ant (mravenec) - ATMEL + RC. *Eshop.merkurtoys.cz* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://eshop.merkurtoys.cz/kracejici-roboti-c31/ant-mravenec-atmel-rc-i209/>
- [30] TETRIX® MAX Programmable Robotics Set. *Pitsco.com* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.pitsco.com/CZ/Shop/Robotics/TETRIX-MAX/TETRIX-MAX-Programmable-Robotics-Set>
- [31] TETRIX MAX PROGRAMMABLE ROBOTICS SET 43053. *Robot-advance.com* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.robot-advance.com/EN/art-tetrix-max-programmable-robotics-set-43053-en-2153.htm>
- [32] Fischertechnik 519341 STEM ENGINEERING. *Stavebniceprochytredeti.cz* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <http://www.stavebniceprochytredeti.cz/cs/fischertechnik-519341-stem-engineering-txt-advanced-electropneumatics-industry-accu-set--117.html>
- [33] STEM Engineering: Project-based learning in robotics. *Fischertechnik.de* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://www.fischertechnik.de/en/products/teaching/stem-sets/519341-stem-engineering>
- [34] V5 Classroom Starter Kit. *Vexrobotics.com* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.vexrobotics.com/276-7010.html>
- [35] Nejprodávanější programování pro děti. *Alza.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/hracky/nejprodavanejsi-nejlepsi-programovani-pro-deti/18867221.htm>
- [36] Ozobot BIT - bílý. *Robotworld.cz* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.robotworld.cz/ozobot-bit-bily>

- [37] Evo Educator Entry Kit. *Shop.ozobot.com* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://shop.ozobot.com/products/evo-educator-kit>
- [38] LEGO Mindstorms EV3 - uživatelská příručka. *Robotworld.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.robotworld.cz/downloads/manual-lego-mindstorms-ev3-cs.pdf>
- [39] EV3 and NXT: Difference and Compatibility. *Robotsquare.com* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <http://robotsquare.com/2013/07/16/ev3-nxt-compatibility/>
- [40] PÁRAL, Jaroslav. *Lego mindstorms EV3 ve výuce programování a robotiky* [online]. Brno, 2017 [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=159300. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [41] OZOBOT VE VÝUCE: robůtci s českým <3. *Ozobot.sandofky.cz* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <http://ozobot.sandofky.cz/>
- [42] KOCERA, Ivo. *Český projekt učí programovat celý svět. Ukažte ho i svým dětem!* [online]. SocialBooster, 5. dubna 2018 [cit. 2020-04-06]. ISSN 2570-8627. Dostupné z: <https://www.svetchytre.cz/a/i9EZr/cesky-projekt-uci-programovat-cely-svet-ukazte-ho-i-svym-detem>
- [43] OZOBOT. *Digidoupe.upol.cz* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://www.digidoupe.upol.cz/index.php/digiseznam/27-ozobot>
- [44] Jak začít s programováním ve třetí třídě v deseti krocích! *Ucimesroboty.cz* [online]. 9.12.2019 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://ucimesroboty.cz/index.php/category/ozobot/>
- [45] DÜMONT, Jan. *Programovací nástroje pro algoritizaci a programování na ZŠ*. Praha, 2019. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra informačních technologií a technické výchovy.
- [46] KRASIČENKO, Ivan. *Multiagentní hledání cest na Ozobotech*. Praha, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Matematicko-Fyzikální fakulta.
- [47] LEGO® MINDSTORMS® EV3. *Lego.com* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://www.lego.com/cs-cz/product/lego-mindstorms-ev3-31313>
- [48] Lego Mindstorms. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms
- [49] Počítačová simulace. *Cs.dbpedia.org* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://cs.dbpedia.org/page/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_simulace
- [50] Ozobot: How to program robots. *Storage.googleapis.com* [online]. 2017 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://storage.googleapis.com/ozobot-lesson-library/how-to-program-robots/how-to-program-robots.pdf>
- [51] FAQs. *Ozobot.com* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://ozobot.com/support/faq>
- [52] Shape Tracer 2. *Games.ozoblockly.com* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://games.ozoblockly.com/shapetracer-advanced?lang=en&level=8>
- [53] Ozobot: Program simulator. *Storage.googleapis.com* [online]. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://storage.googleapis.com/ozobot-lesson-library/program-simulator/program-simulator.pdf>
- [54] Analýza. *Managementmania.com* [online]. 14.05.2013 [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza>

- [55] LINHART, Jiří a Alena VODÁKOVÁ. Metoda srovnávací. In: *Encyklopedie.soc.cas.cz* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Metoda_srovn%C3%A1vac%C3%AD
- [56] Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. *Old.ped.muni.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://old.ped.muni.cz/celozivotni-vzdelavani/kurzy-czv/jaro-2017/zaklady-stavby-a-programovani-robotu-pro-ucitele-zs-a-ss>
- [57] Katedra technické a informační výchovy. *Wrack.ped.muni.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://wrack.ped.muni.cz/elearning/course/index.php?categoryid=5>
- [58] Vzdělávací kurzy - nabídka. *Projekty.upce.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://projekty.upce.cz/sites/default/projekty/pl/kurzy.html>
- [59] Informatika bez počítače a robotika na 2. stupni ZŠ. *Czv.jcu.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://czv.jcu.cz/cs/kurzy-pro-verejnost/kurz?id=12880>
- [60] Robotický LEGO seminář pro učitele základních škol 21.2.-22.2.2020. *Robosoutez.fel.cvut.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://robosoutez.fel.cvut.cz/roboticky-lego-seminar-pro-ucitele-zakladnich-skol-212-2222020?fbclid=IwAR2-wxKRBtsbcRErCyMVn7gNC6_oMnsnHEX6vkNwBtLJJjX64WeKSC5PVhU
- [61] POL8_03 - Polytechnické vzdělávání s robotickými stavebnicemi. *Veskolet.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.veskolet.cz/vzdelavani/detail-3315>
- [62] Úvod do školní robotiky. *Eduskop.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://eduskop.cz/courses/course-v1:UWB+PRIM+2020_T1/about
- [63] Ozoboti ve výuce na základní škole. *Edutime.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.edutime.cz/ozoboti/>
- [64] Lego Mindstorm - začínáme s robotikou. *Edutime.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.edutime.cz/mindstorm/>
- [65] Chytré hračky ve škole - hravé programování. *Edutime.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.edutime.cz/hrave-programovani/>
- [66] Akreditované kurzy DVPP. *Amosky.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://amosky.cz/index.php/skoleni/akreditovane-kurzy>
- [67] Programová nabídka DVPP. *Dv.kvcso.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://dv.kvcso.cz/detail-akce.php?ID=261>
- [68] Hravá robotika pro nejmenší. *Vctu.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.vctu.cz/?q=hrava-robotika-pro-nejmensi>
- [69] Robotika pro začátečníky. *Vctu.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.vctu.cz/?q=robotika-pro-zacatecniky>
- [70] Robotika pro mírně pokročilé. *Vctu.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.vctu.cz/?q=robotika-pro-mirne-pokrocile>
- [71] Robotika pro pokročilé. *Vctu.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.vctu.cz/?q=robotika-pro-pokrocile>
- [72] Celoroční technické kurzy. *Stansevedcem.tul.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://stansevedcem.tul.cz/nabidka-aktivit-pro-mladez/celorocni-technicke-kurzy/celorocni-technicke-kurzy>
- [73] Asuro kurz základní robotiky. *Talnet.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.talnet.cz/asuro>
- [74] Robičky. *Robiq.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://robiq.cz/robicky/>

- [75] Automatika. *Robiq.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://robiq.cz/automatika/>
- [76] Roboškola. *Robiq.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://robiq.cz/roboskola/>
- [77] Robotika hravě. *Centrumrobotiky.eu* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://centrumrobotiky.eu/default/kurz/223>
- [78] Robotika a programování. *Centrumrobotiky.eu* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://centrumrobotiky.eu/default/kurz/231>
- [79] Inteligentní Lego roboti. *Centrumrobotiky.eu* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://centrumrobotiky.eu/default/kurz/240>
- [80] Stavba a programování robotů. *Centrumrobotiky.eu* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://centrumrobotiky.eu/default/kurz/228>
- [81] Robotika pro děvčata. *Centrumrobotiky.eu* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://centrumrobotiky.eu/default/kurz/235>
- [82] Lego MINDSTORMS a další robotické stavebnice. *Centrumrobotiky.eu* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://centrumrobotiky.eu/default/kurz/232>
- [83] Kidslab je místo pro děti, které chtějí vědět víc! *Kidslab.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://kidslab.cz/#nabidka_kurzu
- [84] Kreativita a robotika. *Krouzkykybernetiky.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <http://www.krouzkykybernetiky.cz/Web/Temata>
- [85] Metodický portál. *Clanky.rvp.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/>
- [86] Kurz programování. *Lego.zcu.cz* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.lego.zcu.cz/web/40-kurz-programovani>
- [87] TOCHÁČEK, Daniel a Jakub LAPEŠ. *Edukační robotika* [online]. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2012 [cit. 2020-04-26]. ISBN ISBN978-80-7290-577-5. Dostupné z: https://kraken.pedf.cuni.cz/~lapej2ap/robo/skripta_edurobo.pdf

9 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam zkratk

Wi-Fi	Wireless Fidelity
USB	Universal Serial Bus
LED	Light Emitting Diode
I2C	Inter-Integrated Circuit
NTC	Negative Temperature Coefficient
WLAN	Wireless Local Area Network
IR	Infrared
RAM	Random-Access Memory
iOS	iPhone Operating System
ROS	Robot Operating System
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
FAQ	Frequently Asked Questions

Seznam obrázků

Obr. 1: Sphero Bolt [20]	24
Obr. 2: Lego Boost [22]	25
Obr. 3: Codey Rocky [24]	26
Obr. 4: Krypton 0 [27]	26
Obr. 5: Merkur Ant [29]	27
Obr. 6: Pitsco Tetrax max [31]	28
Obr. 7: Fischertechnik STEM Engineering [33]	29
Obr. 8: VEX V5 Classroom Starter Kit [34]	29
Obr. 9: Ozobot BIT [17]	30
Obr. 10: Řídící jednotky Lego Mindstorms [39]	32
Obr. 11: Simulace Ozobota v editoru Shape Tracer pomocí OzoBlockly [52] ..	43
Obr. 12: Jeden z úkolů simulující pohyb Ozobota [53]	44

Seznam tabulek

Tab. 1: Zvolená srovnávací kritéria	35
Tab. 2: Stavebnice vhodné pro mladší žáky [19,21,23,26,37]	38
Tab. 3: Stavebnice vhodné pro starší žáky [29,30,32,34,47]	38

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Na co také v kroužcích robotiky nezapomenout

11 PŘÍLOHY

Příloha 1: Na co také v kroužcích robotiky nezapomenout

Technické znalosti a dovednosti, které členové kroužku získávají při sestavování robotů, jsou velmi potřebné.

Ale je potřeba si uvědomit, že kromě užitečné a ušlechtilé zábavy – trávení volného času, kroužek představuje i formu mimoškolního vzdělávání.

Protože se jedná o technický kroužek, jde v první řadě o znalosti technické (mikroelektronika, mikropočítačové systémy, robotické systémy).

Výhoda kroužku je, že motivovaní členové (co si sám uložíš, lépe se ti zvládá) získávají znalosti hrou kolektivní prostředí stejně „naladěných“ lidí.

Ale je jim potřeba říci i něco jiného!

1) Nezapomenout na širší souvislosti (např. divadelní hra K. Čapka RUR, GOLEM z Jirákových pověstí, Jaké vlastnosti by současný robot měl mít atd.)

2) Vést členy kroužku cílenou výchovou k bezpečnosti jednak vlastní, možné úrazy při výrobě robotů, jednak při používání robotů (mobilní robotické systémy, drony)

3) Dbát na správný metodický postup při konstrukčním návrhu robotů. Konstruovat a něco tvořit se dá nahodile nebo metodicky. Obojí vede k úspěchu. Ale „nahodilý“ postup vede k fušerství!!! Je potřeba vést členy kroužku:

Sepsat si cíle – co se chce zkonstruovat! (včetně grafické skici)

Ujasnili si nejen co, ale také PROČ zrovna to a ne něco jiného.

Jaký bude přínos toho, co udělají (aby nevyplývali úsilí, čas i peníze na nesmysly!!!)

Promyslet si postup, jak to budou sestavovat včetně časového plánu!

Naplánovat si co potřebují za součástky materiál a nářadí!

Pracovat v týmu (sestavit si tým, rozdělit si role v týmu, správně komunikovat, ohleduplně se k sobě chovat)

Vést ke vnímání pojmu „kvalita“ a také k vnímání vztahu Náklady-přínosy“

4) Učit členy kroužku schopnosti, jak prezentovat svoje výsledky a výsledky kroužku a všimnout si, co naopak mohou od jiných získat.

5) Vést členy kroužku k soustavnému samostatnému vzdělávání (knížky, časopisy atd.) a Využívání školních znalostí!

To jsou cesty, kterým dojdou k profesionalitě!!! S tím souvisí vysvětlení pojmů:

Profesionalita, amatérství, rutinérství, fušerství, laickost!

Poukazovat na to, jak mohou znalosti a dovednosti získané v kroužku využít v budoucím životě, v následující školní docházce a nakonec v zaměstnání.

V kontextu těchto souvislostí nezapomenout vzpomenout a vysvětlit takové pojmy jako: kybernetika, tvůrčí kreativní, projektové řízení, systémový přístup, umělá inteligence, Informační bezpečnost, Industry 4.0 atd.

B. Lacko