

Univerzita Hradec Králové  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra aplikované kybernetiky

# **Rozvoj kompetencí žáků ZŠ pomocí robotické stavebnice v projektové výuce**

Disertační práce

Univerzita Hradec Králové  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra aplikované kybernetiky

# **Rozvoj kompetencí žáků ZŠ pomocí robotické stavebnice v projektové výuce**

Disertační práce

Autor: Mgr. Petr Coufal  
Studijní program: P0688D140009 Informační a komunikační  
technologie ve vzdělávání  
Školitel: doc. RNDr. Pavel Trojovský, Ph.D.  
Konzultant: Mgr. et Bc. Radek Němec, Ph.D.

2021



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracoval pod vedením školitele samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

**V Hradci Králové dne 4. 10. 2021**

## **Poděkování**

Děkuji svému školiteli doc. RNDr. Pavlu Trojovskému, Ph.D. za cenné rady, připomínky a vedení práce. Děkuji paní Elišce Hloupé Sovové ze společnosti Scio za poskytnutí testu a získaných dat.

## **Abstrakt**

Práce se zaměřuje na využití konstrukčních robotických stavebnic ve výuce programování na základních školách. Dále se zaměřuje na vliv projektové výuky na žákovské kompetence, především na kompetence k řešení problémů, komunikativní a sociálně-personální. V rešeršní části práce představuje podobné realizované výzkumu s využitím edukační robotiky. Výzkumná část popisuje navržené výzkumné šetření s využitím testu „Dovednosti pro život“ k testování žákovských kompetencí a rozhovory s žáky. Výzkumné šetření bylo realizováno na druhém stupni základní školy. Výsledky ve výzkumné části práce popisují zjištění z výzkumného šetření. Dále práce představuje publikační činnost a konferenční příspěvky.

### ***Klíčová slova***

Konstrukční robotická stavebnice, projektová výuka, žákovské kompetence, kompetence k řešení problémů, výzkum

## **Abstract**

The thesis focuses on the use of construction robot kits in teaching programming in primary schools. The thesis also focuses on the influence of project-based learning on students' competences, especially problem-solving, communicative and social-personal competences. The thesis in the research presents similar implemented research using educational robotics. The research section describes the proposed research investigation, using the Skills for Life test to test pupil competencies and pupil interviews. The research investigation was conducted in a second grade elementary school. The results in the research section of the paper describe the findings of the research investigation. Furthermore, the thesis presents publications and conference papers.

### ***Keywords***

Construction Robotic Kit, Project-based Learning, Student Competencies, Problem-solving Competence, Research

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že disertační práce je uložena v souladu s rektorským výnosem č. 13/2017 (Řád pro nakládání s bakalářskými, diplomovými, rigorózními, disertačními a habilitačními pracemi na UHK).

Datum: 4. 10. 2021

Podpis:



# Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>12</b>
<b>1 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE</b> .....	<b>13</b>
1.1 Cíle disertační práce .....	13
<b>2 SOUČASNÝ STAV STUDOVANÉ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>14</b>
2.1 Vymezení terminologie .....	14
2.1.1 Edukační robotika.....	14
2.1.2 Robotické stavebnice.....	15
2.1.3 Projektová výuka .....	21
2.1.4 Fáze projektové výuky .....	22
2.1.5 Členění projektů podle kritérií .....	25
2.1.6 Klíčové kompetence .....	27
2.1.7 Informatické myšlení.....	31
2.2 Výzkumy v ČR a v zahraničí .....	34
2.2.1 Rešeršní šetření.....	34
2.2.2 Výsledky rešeršního šetření.....	34
2.2.3 Přehled výzkumů .....	35
2.3 Shrnutí .....	40
<b>3 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ</b> .....	<b>42</b>
3.1 Cíle výzkumu .....	42
3.2 Výzkumné otázky .....	42
3.3 Výzkumné hypotézy .....	43
3.4 Metodologie výzkumu a popis použitého výzkumného nástroje .....	44
3.4.1 Polostrukturovaný rozhovor s žáky .....	44
3.4.2 Pedagogický experiment .....	44
3.4.3 Testování žákovských kompetencí.....	45
3.5 Popis výzkumného vzorku a jeho výběru.....	47
3.6 Statistické zpracování získaných dat .....	49
<b>4 VÝSLEDKY VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ</b> .....	<b>50</b>
4.1 Realizace výzkumu.....	50
4.2 Testování žákovských kompetencí.....	50
4.3 Pretest .....	51
4.3.1 Pretest – získaná data 6. ročník .....	51

4.3.2	Pretest – získaná data 7. ročník .....	57
4.3.3	Pretest – získaná data 8. ročník .....	64
4.3.4	Pretest – získaná data 9. ročník .....	70
4.4	Realizace výuky programování pomocí robotické stavebnice v <i>Experimentální a Kontrolní skupině</i> .....	76
4.4.1	Rozdíly ve výuce Experimentální a Kontrolní skupiny .....	78
4.5	Posttest – získaná data .....	80
4.5.1	Ověření výzkumné hypotézy H1 v 6. ročníku.....	80
4.5.2	Ověření výzkumné hypotézy H1 v 7. ročníku.....	83
4.5.3	Ověření výzkumné hypotézy H1 v 8. ročníku.....	87
4.5.4	Ověření výzkumné hypotézy H1 v 9. ročníku.....	90
4.5.5	Ověření výzkumné hypotézy H2 v 6. ročníku.....	93
4.5.6	Ověření výzkumné hypotézy H2 v 7. ročníku.....	96
4.5.7	Ověření výzkumné hypotézy H2 v 8. ročníku.....	100
4.5.8	Ověření výzkumné hypotézy H2 v 9. ročníku.....	103
4.5.9	Ověření výzkumné hypotézy H3 v 6. ročníku.....	106
4.5.10	Ověření výzkumné hypotézy H3 v 7. ročníku .....	109
4.5.11	Ověření výzkumné hypotézy H3 v 8. ročníku .....	113
4.5.12	Ověření výzkumné hypotézy H3 v 9. ročníku .....	116
4.6	Rozhovory s žáky .....	119
4.7	Diskuse výsledků.....	120
<b>5</b>	<b>VÝUKOVÉ A METODICKÉ MATERIÁLY .....</b>	<b>126</b>
5.1	Výukové a metodické materiály .....	126
5.1.1	Robotické stavebnice VEX .....	126
5.1.2	Výukové materiály pro Lego Mindstorms a další .....	128
<b>6</b>	<b>DALŠÍ MOŽNOSTI VE VÝZKUMU .....</b>	<b>129</b>
<b>7</b>	<b>LIMITY PRÁCE .....</b>	<b>130</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>131</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>133</b>
<b>PUBLIKAČNÍ ČINNOST .....</b>		<b>143</b>
<b>VYSTOUPENÍ NA KONFERENCÍCH .....</b>		<b>145</b>
<b>PROJEKTY.....</b>		<b>146</b>
<b>OSTATNÍ AKTIVITY .....</b>		<b>146</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>147</b>

<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>148</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>150</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>153</b>

## Úvod

Zájem o využívání edukačních robotů a konstrukčních robotických stavebnic ve výuce stále roste. Po schválení nového pojetí výuky informatiky na základních školách [1] zájem o edukační roboty ještě vzrostl. Mnoho škol a učitelů zařazuje do své výuky programování pomocí robotických stavebnic a často řeší, které stavebnice zakoupit, které stavebnice jsou nejlepší a které stavebnice mají používat. V poslední době je větší nabídka a rozmanitost při výběru edukačních robotů a stavebnic. Tato práce se zaměřuje na využití edukačních robotů ve výuce na základních školách. Konkrétně se zabývá vlivem projektové výuky programování robotické stavebnice na žákovské kompetence, s hlavním zájmem o žákovskou kompetenci k řešení problémů, dále o kompetenci komunikativní a sociálně-personální. V práci se zaměřujeme na představení rozšířených robotických stavebnic, které je možné zakoupit a používat ve výuce na základní škole. Ve výzkumné části práce se zaměřujeme na testování žákovských kompetencí a jejich rozvoj ve výuce programování s robotickou stavebnicí na druhém stupni základní školy. Nedílnou součástí práce je tvorba výukových a metodických materiálů pro výuku programování s robotickou stavebnicí, které jsou určeny pro různé robotické stavebnice. Cíle této práce jsou představeny v následující kapitole.

# 1 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je zjistit vliv robotických stavebnic používaných v projektové výuce programování na rozvoj žákovských kompetencí. Domníváme se z vlastní dlouhodobé zkušenosti, že práce s robotickými stavebnicemi a systémy žáky ovlivňuje a mění jejich kompetence. Dále se v práci zaměříme na tvorbu výukových a metodických materiálů pro různé robotické stavebnice a systémy používané ve výuce programování na základních školách v České republice.

## 1.1 Cíle disertační práce

- Provést analýzu žákovských kompetencí v oblasti inženýrského myšlení v programování robotických stavebnic.
- Provést analýzu vlivu projektové výuky programování robotických stavebnic na rozvoj žákovských kompetencí.
- Vytvořit přehled a zmapovat výzkumy v oblasti využívání robotických stavebnic na základních školách se zaměřením na kompetence žáků, jak v České republice, tak i v zahraničí.
- Vytvořit metodické a výukové materiály pro výuku programování s využitím robotických stavebnic a systémů. Vytvořené materiály budou určeny pro nejpoužívanější robotické stavebnice a systémy na základních školách v České republice.

Oblast kompetencí žáků je velmi obsáhlá, proto se častěji uvádějí klíčové kompetence žáků. V této práci se zaměříme především na vybranou kompetenci, a to mezioborovou kompetenci k řešení problémů. Součástí práce je vytvoření metodických a výukových materiálů pro výuku programování robotických stavebnic, jedná se o výukové materiály pro konstrukční robotické stavebnice Lego Mindstorms, VEX IQ a Fischertechnik. Uvedené stavebnice se nejčastěji používají ve výuce na druhém stupni základních škol a jsou dostatečně rozšířené na základních školách. Při tvorbě metodických a výukových materiálů bereme ohledy na zjištění v rešeršní části práce a na aktuální trendy a možnosti v této oblasti. Některé materiály využijeme ve výzkumné části práce.

## 2 SOUČASNÝ STAV STUDOVANÉ PROBLEMATIKY

### 2.1 Vymezení terminologie

#### 2.1.1 Edukační robotika

V roce 1920 Karel Čapek ve svém vědeckofantastickém dramatu R.U.R. - Rossumovi Univerzální Roboti poprvé používá slovo robot. Toto slovo, které vzniklo od slova robotovat, Karlovi poradil jeho bratr Josef [2]. Prvním autorem, který ve svých povídkách o robotech použil slovo robotika, je Isaac Asimov [2]. Dle Tocháčka a Lapeše můžeme robotiku definovat jako „*disciplínu o vytváření inteligentních strojů integrující několik vědeckých a inženýrských oblastí*“ nebo také „*věda o robotech, jejich designu, výrobě a aplikacích*“ [3]. Roboty a robotické systémy můžeme rozdělovat dle řady kritérií, které uvádí například Novák [4] nebo právě Tocháček a Lapeš [3].

Oblast edukační robotiky je úzce propojena s edukací, v níž se využívají roboti jako nástroj pro plnění vzdělávacích cílů. „*Edukační robotika představuje silný a flexibilní vzdělávací nástroj s velkým motivačním faktorem, který umožňuje studentům prostřednictvím grafických nebo textových programovacích jazyků, řídit a kontrolovat chování hmotných modelů (robotů)*“ [3]. Potenciál edukační robotiky je také v zapojení studentů do projektové nebo problémově orientované výuky s roboty.

Charakteristické vlastnosti edukační robotiky dle Tocháčka a Lapeše [3]:

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

Vybrané argumenty pro využití edukační robotiky a realizaci robotických aktivit:

- *získávání či konstrukce znalostí a dovedností z mnoha oborů,*
- *rozvoj (různých) klíčových kompetencí žáků či studentů,*
- *podpora získávání a rozvoje dovedností potřebných pro život v tzv. informační společnosti,*

- *užitečná pomoc při snaze pochopit principy fungování všudypřítomných technologií a složitých mechanismů,*
- *příležitost seznamovat se prakticky („vlastnoručně“ či „na vlastní kůži“) a v reálném čase se světem vědy a techniky, zpravidla velmi poutavým a mnohdy nezvykle vzrušujícím způsobem“ [3].*

Bařko [5] ve své práci rozděluje výukové roboty na:

- Předem sestavení mobilní roboti.
- Humanoidní roboti.
- Robotická ruka.
- Robotické stavebnice.

S ohledem na téma a zaměření práce se poslední položce seznamu věnujeme více v následující kapitole.

### **2.1.2 Robotické stavebnice**

Konstrukční robotické stavebnice můžeme rozdělovat podle použitého materiálu konstrukčních dílů na plastové a na kovové stavebnice. Další rozdělení robotických sad je podle jejich použití. Existují sady, které jsou určeny pro stavbu jednoho konkrétního modelu, nebo sady pro stavbu více různých modelů. Dále můžeme robotické sady rozdělovat podle jazyka programovacího prostředí.

Nejrozšířenější konstrukční robotickou stavebnicí je stavebnice Lego Mindstorms. Tato robotická sada navazuje na předchozí robotické stavebnice od firmy Lego. Aktuálně se můžeme nejčastěji setkat s verzí sady EV3, která navazuje na předchozí verzi NXT.



**Obrázek 1 Edukační sada konstrukční robotické stavebnice Lego Mindstorms EV3 obsahuje řídicí jednotku, motory, různé senzory a konstrukční díly [6].**

Stavebnice využívá plastové konstrukční díly pro stavbu robotických modelů, které doplňuje aktivními prvky. Pro ovládání a řízení celého robotického systému slouží řídicí jednotka, která obsahuje grafický display, baterii a I/O porty. Řídicí jednotka propojuje a řídí dva druhy motorů a připojené senzory. V edukační sadě na Obrázku 1 můžeme najít dva dotykové senzory, které slouží jako tlačítka, dále senzor barev, gyroskop a ultrazvukový senzor pro měření vzdáleností. Senzory můžeme využívat v různých režimech měření, například i motor můžeme využívat jako senzor natočení. Řídicí jednotku můžeme připojit k počítači pomocí USB nebo bezdrátově pomocí technologie Bluetooth. Sestaveného robota můžeme ovládat nebo programovat v různých prostředích. Firma Lego dodává ikonografické programovací prostředí, v němž se ovládací program skládá z jednotlivých ikon, u kterých se mohou nastavovat jednotlivé parametry. Pro pokročilejší programování je možné použít i prostředí jiných programovacích jazyků jako je Java, Python, C a další.



Stavebnice Lego Mindstorms EV3 konstrukčně i programově navazuje na nižší robotické sady firmy Lego, což usnadňuje jejich využití ve výuce na základní škole. Pro žáky na prvním stupni základních škol je sada Lego WeDo 2.0, na kterou navazuje sada Lego Spike a dále navazuje pro starší žáky určená již zmíněná stavebnice Lego Mindstorms EV3. Školní sadu Lego WeDo 2.0 je možné používat i na druhém stupni základních škol, ale má to určitá omezení. Sada obsahuje jednoduchou řídicí jednotku s dvěma porty na připojení motorů nebo senzorů, dále senzor náklonu, senzor pohybu, jeden motor a plastové konstrukční díly. Hlavní omezení je v nízkém počtu I/O portů na řídicí jednotce, které neumožňují realizaci plnohodnotných konstrukcí robotů. Možností je zabudování více řídicích jednotek do konstrukce robota. Ovšem pro jednoduchost této stavebnice a především snadné a jednoduché programování sestavených modelů vidíme využití v různých přírodovědných předmětech. Edukační sada Lego WeDo 2.0 pro uložení konstrukčních dílků využívá plastový pořadač, který je uložený v praktickém plastovém boxu, což je zobrazeno na Obrázku 2.



**Obrázek 2 Edukační sada stavebnice Lego WeDo 2.0 s pořadačem pro uložení konstrukčních dílků a plastovým boxem [7].**

Stavebnice Lego Spike využívá řídicí jednotku se šesti I/O porty, senzor vzdálenosti, senzor síly, senzor barev, velký motor, dva střední motory a barevné plastové dílky. Řídicí jednotka stejně jako u stavebnice Lego WeDo 2.0 neobsahuje display, obsahuje pouze matici 5x5 diod a integrovaný 6-osý gyroskop. K počítači nebo tabletu se připojuje pomocí technologie Bluetooth. Stavebnice je určena pro žáky na druhém stupni

základních škol a v přiloženém ovládacím programu je 32 připravených 45 minutových lekcí z oblasti STEAM („Koncept STEM vznikl v USA v 90. letech minulého století pro označení vzdělávání v oborech přírodní vědy (Science), techniky (Technology) a technologie (Engineering) a matematika (Mathematics)“ [8]), proto je možné tyto připravené materiály využívat napříč předměty celého druhého stupně základních škol. Obsah edukační sady robotické stavebnice Lego Spike je na Obrázku 3.



**Obrázek 3 Edukační sada stavebnice Lego Spike s pořadačem pro uložení konstrukčních dílků, senzory, motory a plastovým boxem [9].**

Podobnou konstrukční robotickou stavebnicí využívající plastové dílky vyrábí německá firma Fischertechnik. Robotická sada obsahuje plastové konstrukční díly, řídicí jednotku – kontrolér, motory, senzory či kameru. Propojování konstrukčních plastových dílků stavebnice využívá jiného principu než stavebnice Lego. Na Obrázku 4 je robotická sada Robotics Competition Set. K programování sestavených modelů stavebnice využívá vlastní dodávaný program, který umožňuje programovat pomocí ikon a je vhodný už na základní školu [2]. Výrobce Fischertechnik vyrábí mnoho sad konstrukční stavebnice různého zaměření od čistě mechanických stavebnic, přes mechatronické až po robotické. Velké množství typů sad konstrukční stavebnice umožňuje kontinuální výuku s jedním typem stavebnice v různých ročnících na základní i střední škole, nebo napříč předměty v oblasti výuky STEAM.



**Obrázek 4 Sada konstrukční robotické stavebnice od firmy Fischertechnik s názvem Robotics Competition Set a její rozložení v plastovém boxu [10].**

Podobná a poměrně nová konstrukční robotická stavebnice, která využívá plastové konstrukční dílky je stavebnice VEX IQ. Stavebnice od amerického výrobce Innovation First International obsahuje řídicí jednotku s dálkovým ovládním, které slouží k ovládní a řízení postaveného robotického modelu. V edukační sadě dále nalezneme velké množství plastových konstrukčních dílků, motory a senzory. Řídicí jednotka obsahuje větší množství I/O portů pro připojení motorů a senzorů. Programovací prostředí využívá blokového programování, které je ve výuce na základních školách velmi rozšířené a pro žáky snadno pochopitelné. Na Obrázku 5 je obsah edukační sady VEX IQ, kde je patrné velké množství konstrukčních dílků. Výrobce Innovation First International nabízí ucelenou řadu konstrukčních robotických stavebnic a edukačních robotů. Pro žáky na prvním stupni základní školy je vhodná sada VEX 123 a sada VEX GO, na kterou navazuje sada VEX IQ. Další sada je určená pro studenty ze středních a vysokých škol, a to VEX V5, tato stavebnice využívá kovových konstrukčních dílků. V navazující výuce programování je vhodné držet se jedné řady robotických stavebnic, především pro snazší přechod z jednoho programovacího prostředí do druhého.



**Obrázek 5 Sada konstrukční robotické stavebnice VEX IQ s širokou škálou konstrukčních plastových dílků a dálkových ovladačem pro řízení sestavených modelů [11].**

Sada stavebnice VEX GO je alternativou ke stavebnici Lego WeDo 2.0 a je možné ji využívat i na druhém stupni základních škol. Sada je uložena ve dvou plastových kufírcích a obsahuje řídicí jednotku, motory, senzory a barevné plastové konstrukční díly. Pomocí pákového spínače je možné oživovat sestavené modely i bez nutnosti připojování k počítači a programování, což je velkým benefitem a usnadňuje to využití stavebnice VEX GO i v dalších neinformatických předmětech. Na Obrázku 6 je sada stavebnice VEX GO, kde je patrné i blokové programování sestaveného modelu robota.



**Obrázek 6 Sada konstrukční robotické stavebnice VEX GO s širokou škálou barevných plastových dílků a ukázkou blokového programování [12].**

Mezi konstrukční robotické stavebnice využívající kovové konstrukční díly patří česká stavebnice Merkur a stavebnice mBot od firmy Makeblock. Tyto stavebnice vzhledem ke zvolené konstrukční filozofii spojování dílů nejsou vhodné pro každého žáka. Sestavování robotických modelů je náročné časově, i manuálně, což je v případě některých žáků velký problém, který je brzdí v další výuce.

Ve výuce robotiky se dále používají jednodeskové mikropočítače, které je možné doplnit o rozšiřující sady, vytvářet z nich robotické modely, které lze následně programovat. Příkladem je startovní sada pro Micro:bit stavebnice Fischertechnik, která obsahuje 90 dílků a návod na tři různé modely [13]. K oblíbeným a používaným jednodeskovým mikropočítačům patří Arduino a Micro:bit.

### 2.1.3 Projektová výuka

Pro disertační práci vybíráme jako komplexní výukovou metodu projektové vyučování. V projektovém vyučování je důležitým prvkem projekt. Podle zakladatele projektové metody Williama Kilpatricka uvádíme, že „projekt je určitě a jasně navržený úkol, který můžeme předložit žákovi tak, aby se mu zdál životně důležitý tím, že se blíží skutečné činnosti lidí v životě“ [14]. Podle Maňáka a Švece se v projektové výuce řeší praktická úloha, která je komplexní a je spojena s realitou života, kterou účastníci znají. Projekt lze realizovat jak ve skupinách, tak i jednotlivě. Důležitým prvkem je dobrá příprava projektové výuky, tak aby se výuka nezměnila v hraní a nenarušila výukové cíle [15]. Jak uvádí Tomková, Kašová a Dvořáková „Projektové vyučování je komplexní metoda,

*... která žákům umožňuje dotýkat se reality, prožívat nové role, řešit problémy, propojovat a uplatňovat získané poznatky všech oborů při smysluplné a užitečné práci. Dává jim příležitost k seberealizaci, motivuje je k samostatné práci, hledání a objevování, týmové spolupráci a komunikaci. Učí přemýšlet v souvislostech a systematicky řešit daný úkol“ [16].*

Průcha, Mareš a Walterová popisují v Pedagogickém slovníku projektovou metodu a projekt následovně: *„Projektová metoda je vyučovací metoda, v níž jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování určitých projektů a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním. Projekty mohou mít formu integrovaných témat, praktických problémů ze životní reality nebo praktické činnosti vedoucí k vytvoření nějakého výrobku, výtvarného či slovesného produktu“ [17].*

Svobodová, Lacko a Cingl definují výukový projekt takto: *„... specifický způsob cíleného zpracování obsahu vyučování, založený na aktivním a motivovaném přístupu skupiny žáků k vlastnímu učení, kdy ve vymezené době dostupnými prostředky mají žáci získat definované znalosti a dovednosti.“ [18].*

Z vlastní zkušenosti s projektovou výukou můžeme uvést, že je zpočátku náročnější na přípravu, vedení a řízení výuky samotné. Také je náročnější na časovou dotaci, což ovšem například ve volnočasovém robotickém kroužku není tak značný problém, jako v běžné výuce ve škole. Tuto výukovou metodu, jsme používali také na víkendových soustředěních členů robotických kroužků. U žáků a studentů je tato výuková metoda oblíbená. Podle výsledků [2] je tato výuková metoda rozšířená a žádaná u žáků a studentů při výuce programování pomocí robotických stavebnic.

#### **2.1.4 Fáze projektové výuky**

Stejně jako různé pohledy na samotnou projektovou výuku, nalézáme i různé fáze projektové výuky. Často se setkáme s rozdělením projektové výuky do čtyř fází podle Kratochvílové [19] a to: *plánování projektu, realizace projektu, prezentování výstupu projektu a hodnocení projektu*. Někteří autoři doplňují před všechny fáze ještě jednu fázi, například podle Dömischové fáze *„zrod projektové myšlenky“* kterou nazývá *„záměrně zrod, protože se jedná o období, kdy ještě nemáme ujasněnou konkrétní představu o projektu jako takovém, o průběhu jeho realizace, ani o podobě konkrétního produktu, který má vzniknout“ [20].*

- **Plánování projektu**

První z fází projektu, která se věnuje plánování a rozvrhování celého projektu. Jak uvádí Dömischová a Valenta [21] v „*této fázi musí dojít k vytyčení základních otázek či témat, ke stanovení cíle, časovému rozvržení, určení druhu projektu, rozdělení činností, rolí a úkolů skupinám nebo jednotlivcům.*“ [20].

Při plánování práce na projektu se dá postupovat dvěma směry. První směr vede od cílů ke konečnému produktu projektu. Opačný směr vychází z představy konečného produktu projektu až k formulaci cílů. V praxi je častější tento směr plánování, který upřednostňují i Bastian a Gudjons [22] a považují jej za smysluplný a odpovídající školní realitě [20].

V této fázi je důležité realizovat plánovací aktivity typu: vytyčení cílů projektu, plán realizace projektu, časový harmonogram projektu, plán řešení projektu a další. Pro jednotlivé etapy realizace projektu žáci vybírají metody, postupy, strategie, formy práce, informační zdroje a materiální vybavení a pomůcky [20, 23].

*„Dobře naplánovaný projekt zmírňuje rizika vzniku nepředvídaných situací a pocitu u žáků, že je projekt realizován pouze jako vyplnění volného času“* [20].

- **Realizace projektu**

Realizační fáze projektu slouží k uskutečňování naplánovaných aktivit a úkolů, které souvisejí s realizací projektu. První částí, která může být časově náročná, je vyhledávání, zajišťování a třídění podkladů a materiálů. Žáci následně diskutují, rozdělují si role a zpracovávají naplánované úkoly k dosažení vytyčených cílů. Žáci na aktivitách a úkolech pracují individuálně nebo ve skupinách. Učitel v této fázi vystupuje pouze jako konzultant a pomáhá žákům v případě problémů a nejasností. Na konci této fáze mají žáci hotový produkt projektu a připravují se na jeho prezentaci [20,23].

Jak uvádí Hyplová [23] „*během realizace se mezi žáky posiluje soudržnost a odpovědnost za výsledek práce.*“

- **Prezentování výstupu projektu**

V této fázi žáci prezentují produkty svého projektu, tj. představují výsledky své práce. Prezentace může mít různé podoby, například písemnou, kde žáci vytvářejí článek nebo příspěvek do školního časopisu nebo na web školy. Nebo slovní podobu, když žáci referují o výsledcích své práce, dále to může být aktivní prezentace produktu projektu.

Nebo výsledek své práce mohou žáci prezentovat na školní výstavě, jarmarku či akademii atd.

Prezentace může být realizována v několika úrovních, například prezentace pro spolužáky ve třídě, nebo pro ostatní žáky ve škole, dále to může být prezentace pro rodiče nebo pro celou veřejnost [20, 23, 24].

- **Hodnocení projektu**

Závěrečná fáze projektu není zaměřená jen na učitelské hodnocení výsledků práce žáků. Tato fáze je někdy také pojmenovaná jako *reflexe* a měla by reflektovat práci žáku na projektu s využitím zpětné vazby od žáků, učitelů i rodičů a případně dalších zapojených lidí. Zpětná vazba umožňuje zhodnotit činnosti a aktivity v průběhu realizace celého projektu, mít možnost vyjádřit se, připomínkovat, analyzovat úspěch a případně neúspěchy.

V případě hodnocení přírodovědných projektů Šulcová doporučuje stanovit jasná kritéria, která se mohou známkovat:

- „*správnost, srozumitelnost, zajímavost a názornost při řešení úkolů,*
- *kvalitu a originalitu vlastní prezentace a vystoupení členů skupiny,*
- *obsahovou, výtvarnou či estetickou stránku závěrečného výstupu každé skupiny“* [25].

Žákovské projekty můžeme hodnotit známkou, slovně nebo kombinací obojího. „*Projektová výuka upřednostňuje pozitivní hodnocení, které působí na žáky motivačně a nevzbuzuje v nich pocit strachu a neúspěchu, jako je tomu u hodnocení tradičního, kdy se zaměřujeme často jen na nedostatky“* [20] jak uvádí Dömischová.

Při závěrečné reflexi projektu vedeme s žáky diskusi, kde rozebíráme celý projekt, jeho jednotlivé části a průběh jeho realizace. Důležité je vyjasnění a pochopení vzájemných pohledů na realizovaný projekt, proto nepreferujeme strohé hodnocení pouhou známkou.

V odborné literatuře nalézáme i další dělení projektů na různé fáze. Například Maňák rozděluje projekt do jiných čtyř fází, a to *stanovení cíle, vytvoření plánu řešení, realizace plánu a vyhodnocení* [26]. V konstruktivistickém přístupu k učení se setkáváme s třífázovým modelem E-U-R. Tento model respektuje přirozený proces učení a obsahuje tři fáze: *Evokace, Uvědomění a Reflexe*.



### **Třífázový model E-U-R:**

- **Fáze „Evokace“**

V této fázi si žáci samostatně vybavují své poznatky, představy a zkušenosti. Žáci si uvědomují, co nevědí a hledají odpovědi na otázky, hledají informace, které potřebují. Tvoří a vedou si vlastní poznámky, které si uspořádávají do struktury – prekonceptu. Učitel by v této fázi měl u žáků vzbudit vnitřní zájem o dané téma, řešení problému a učení se. Vnitřní motivace žáků vede k lepším výsledkům v učení a touze po objevování nových a neznámých věcí [23, 27].

- **Fáze „Uvědomění“**

V této fázi žáci pracují s novými informacemi, které samostatně zpracovávají a porovnávají s dosavadními poznatky – prekoncepty. Které si dále ověřují, obohacují je o nové poznatky a uvědomují si jejich význam a souvislosti. V této fázi je důležité udržet vnitřní zájem především u mladších žáků tak, aby byla udržena jejich pozornost a zájem o nové informace. Vhodné je použití aktivizačních aktivit a úkolů [23, 27].

- **Fáze „Reflexe“**

V této fázi si žáci uvědomují a reflektují, co nového poznali a co se nového naučili, co se ještě potřebují dozvědět nebo ujasnit. Žák si nové poznatky třídí, vyjadřuje se vlastními slovy, diskutuje s ostatními žáky, porovnává své poznatky s jejich. V této fázi by se měli žáci naučit vyjadřovat své myšlenky a poznatky vlastními slovy a dokázat o nich diskutovat s ostatními žáky [23,27]. V této fázi je důležitá sebereflexe žáků a studentů, jak uvádí Tomanová: *„Sebereflexe je procesem hledání a odkrývání zdrojů pro další rozvoj studenta. Umožní mu hledat příčiny vlastního uvažování, myšlení, usuzování, jednání a přemýšlet o svých rezervách“* [28].

### **2.1.5 Členění projektů podle kritérií**

Projekty rozdělujeme a třídíme podle různých kritérií a hledisek. V literatuře se nejčastěji setkáváme s členěním projektů podle Jany Kratochvílové, která rozděluje projekty například podle: navrhovatele, účelu projektu, místa projektu atd. Toto rozdělení mnohem širší než původní Kilpatrickovo dělení projektů podle účelu. Které rozšířil Císař a Horák o další dvě kategorie: podle učebních předmětů a podle vzniku [20, 29]. V Tabulce 1 je přehledné rozdělení projektů podle různých hledisek třídění.

Tabulka 1 Typy žákovských projektů rozdělné podle různých hledisek [30]

Hledisko třídění	Typ projektu
<b>Navrhovatel projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spontánní žákovské projekty</li> <li>• projekty připravené učiteli nebo externími spolupracovníky školy, sociálními partnery</li> <li>• kombinace obou předchozích typů</li> </ul>
<b>Hlavní účel projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• projekty směřující k řešení problému</li> <li>• projekty vedoucí k vytvoření výrobku, poskytnutí služby, k vytvoření uměleckých žákovských produktů, výstupů atp.</li> <li>• hodnotící projekty</li> <li>• projekty směřující k estetické zkušenosti</li> <li>• projekty směřující k získání dovedností včetně sociálních</li> </ul>
<b>Informační zdroje projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volné (informační zdroje a materiál si žáci obstarávají sami)</li> <li>• vázané (informační zdroje a materiál určuje a poskytuje učitel)</li> <li>• kombinace volných a vázaných zdrojů</li> </ul>
<b>Délka projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• krátkodobé (projekt trvá dny)</li> <li>• střednědobé (trvá týdny)</li> <li>• dlouhodobé (trvá měsíce)</li> </ul>
<b>Prostředí projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• školní</li> <li>• domácí</li> <li>• mimoškolní (žáci pracují v různých podnicích, firmách, organizacích, institucích – obvykle sociálních partnerů)</li> <li>• kombinace těchto typů</li> </ul>
<b>Počet zúčastněných na projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• individuální</li> <li>• společné (řeší jej skupina žáků, třída, ročník, několik tříd, celoškolní projekt)</li> </ul>
<b>Způsob začlenění projektu do školního kurikula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jednopředmětové</li> <li>• víceředmětové (oborové)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• realizující průřezové téma nebo jeho určitou část</li> <li>• výrazně zaměřené na vybrané klíčové kompetence</li> </ul>
<b>Obsahové zaměření projektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• projekty zaměřené spíše na všeobecné vzdělávací oblasti</li> <li>• projekty zaměřené převážně na oblast odborného vzdělávání</li> </ul>

### 2.1.6 Klíčové kompetence

Dnešní společnost klade na jedince vysoké nároky, jak uvádí Zounek, škola by měla být místem získávání potřebných kompetencí „*Mají-li se školy stát místem, kde budou žáci získávat klíčové kompetence potřebné pro život ve společnosti, pak se musejí prostředky ICT stát běžnou součástí všech stěžejních oblastí fungování školy i činností všech aktérů školního vzdělávání.*“ [31].

Rámcově vzdělávací program (RVP) pro základní vzdělávání popisuje jednotlivé klíčové kompetence. Pojem klíčové kompetence RVP definuje následovně: „*Klíčové kompetence představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Jejich výběr a pojetí vychází z hodnot obecně přijímaných ve společnosti a z obecně sdílených představ o tom, které kompetence jedince přispívají k jeho vzdělávání, spokojenému a úspěšnému životu a k posilování funkcí občanské společnosti.*“ [32]. Dále uvádí výsledky vzdělávacího procesu pro kompetenci k řešení problémů. Na konci základního vzdělávání žák:

- „*vnímá nejrůznější problémové situace ve škole i mimo ni, rozpozná a pochopí problém, přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách, promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností*
- *vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému*
- *samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy*

- *ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů*
- *kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí“ [32].*

Petr Knecht ve své publikaci zaměřené na rozvíjení kompetencí ve výuce využívá definici žákovské kompetence k řešení problémů, kterou Eckhard Klieme definuje jako „*cílově orientované uvažování a jednání v situacích, pro jejichž zvládnutí nejsou k dispozici rutinní postupy*“ [33]. Dále Petr Knecht uvádí, že kompetence k řešení problémů z pravidla není chápána jako klíčová, ale jako mezioborová či průřezová. Dále se přiklání k používání termínu *mezioborové kompetence* [34].

Pojetí kompetence k řešení problémů v metodologickém rámci mezinárodně srovnávací studie PISA, kde jsou „*kompetence k řešení problémů (problem competencies) vymezovány jako kapacita jednotlivce využít kognitivní procesy k tomu, aby zpracoval a vyřešil reálné komplexní situace, u kterých postup řešení není okamžitě zřejmý a jejichž oborový nebo kurikulární rozsah přesahuje jednu disciplínu*“ [35].

„*Z této definice jsou vyvozeny tři charakteristiky, jež jsou důležité jak z hlediska rozvíjení kompetence k řešení problémů ve výuce, tak z hlediska hodnocení její úrovně a jejího vývoje:*

- *Problémy mají být situovány do kontextu reálného života žáků, resp. žák má problémovou situaci shledávat jako důležitou pro společnost, pokud není přímo využitelná v jeho osobním životě.*
- *Problémy nejsou řešitelné pouhým uplatněním určitého rutinního postupu, který se žák učil a který pravděpodobně procvičoval ve škole. Problémy představují otázky nového druhu; otázky, které vyžadují, aby žák přemýšlel, co má dělat.*
- *Problémy nejsou omezeny na jednu obsahovou oblast, vyžadují propojení mezi více oblastmi“ [35, 36].*

Mezi klíčové kompetence patří kompetence sociální a personální, na kterou se v této práci budeme také zaměřovat. Kompetence, která je důležitá pro vzájemnou spolupráci

a komunikaci žáků ve skupině při společné práci na projektu. Podle Horsta Belze se sociální kompetenci „rozumí:

- *schopnost týmové práce,*
- *kooperativnost,*
- *schopnost čelit konfliktním situacím,*
- *komunikativnost“ [37].*

V některých zdrojích například [38, 39] je sociální kompetence nahrazována sociální inteligencí, kterou autor tohoto pojmu Thorndik definuje jako: „*schopnost jedince rozumět lidem a umět jednat s lidmi*“ [40].

Podle Hany Petrášové jako vhodná forma výuky pro rozvoj sociálních dovedností je kooperativní učení. „*Práce ve skupině pomáhá rozvíjet osobnost jedince a socializovat. Poznává druhé lidi, učí se efektivně komunikovat a spolupracovat, prosazuje svůj názor a naslouchá názorům ostatních.*“ [41].

Dle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání v rámci kompetence sociální a personální „*na konci základního vzdělávání žák:*

- *účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel práce v týmu, na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce*
- *podílí se na utváření příjemné atmosféry v týmu, na základě ohleduplnosti a úcty při jednání s druhými lidmi přispívá k upevňování dobrých mezilidských vztahů, v případě potřeby poskytne pomoc nebo o ni požádá*
- *přispívá k diskusi v malé skupině i k debatě celé třídy, chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, oceňuje zkušenosti druhých lidí, respektuje různá hlediska a čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají*
- *vytváří si pozitivní představu o sobě samém, která podporuje jeho sebedůvěru a samostatný rozvoj; ovládá a řídí svoje jednání a chování tak, aby dosáhl pocitu sebeuspokojení a sebeúcty“ [32].*

Další sledovanou klíčovou kompetencí v této práci je žákovská kompetence komunikativní. S tímto pojmem začal prvně pracovat Dell Hymes na počátku 70. let,

kdy zkoumal komunikativní kompetence neboli znalosti a dovednosti nezbytné pro používání jazyka v sociálním kontextu. Dell Hymes považoval sociální kontext za důležitý, a proto se ve svých výzkumech zaměřoval na souvislosti mezi jazykem, komunikací a kulturou [42, 43]. Karel Šebesta komunikativní kompetenci definuje jako: „soubor všech mentálních předpokladů, které člověka činí schopným komunikovat, tedy uskutečňovat komunikační akty, zúčastňovat se komunikačních událostí a hodnotit účast druhých na nich“ [44].

Podle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání v rámci kompetence komunikativní „na konci základního vzdělávání žák:

- *formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu, vyjadřuje se výstižně, souvisle a kultivovaně v písemném i ústním projevu*
- *naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuse, obhajuje svůj názor a vhodně argumentuje*
- *rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů, běžně užívaných gest, zvuků a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění*
- *využívá informační a komunikační prostředky a technologie pro kvalitní a účinnou komunikaci s okolním světem*
- *využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů potřebných k plnohodnotnému soužití a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi“ [32].*

Komunikativní, někdy se také uvádí komunikační kompetence, stejně jako kompetence sociálně-personální je důležitá pro žáky při jejich interakci ve třídě. V rámci výuky programování pomocí robotických stavebnic žáci často pracují ve skupinách [2], proto ovládnutí těchto kompetencí je pro žáky nezbytné pro jejich další rozvoj.

### 2.1.7 Informatické myšlení

Již v šedesátých letech minulého století přichází Seymour Papert s myšlenkou, že děti používají počítače jako nástroje pro učení a pro posílení kreativity, inovací a informatického myšlení (v originále *computational thinking*). Papert zkoumal děti při práci na počítačích, který využívaly k psaní a tvorbě grafiky v geometrii a matematice. Následně vytvořil programovací jazyk LOGO, který vyvinul jako nástroj pro zlepšení myšlení a řešení problémů [45, 46].

Definice informatického myšlení (*CT - computational thinking*) podle Jeanette Wing překládá z originálu [47] Daniel Lessner takto: „*CT jsou myšlenkové postupy zapojené při takovém formulování problémů a jejich řešení, které umožní tato řešení efektivně provést agentem zpracovávajícím informace*“ [48]. Tuto definici dále Filip Frank doplňuje, že řešení problémů mohou být provedena člověkem, počítačem nebo jejich kombinací. Pro formulované problémy nemusí platit, že jsou čistě matematické, které lze snadno vyřešit a spočítat. Formulované problémy mohou být komplexnější a reálnější pro život, proto součástí informatického myšlení je abstrakce [47, 49].

Bořivoj Brdička [50] popisuje informatické myšlení podle často používané definice, která vznikla spoluprací International Society for Technology in Education (ISTE) a Computer Science Teachers Association (CSTA) [48, 51] takto: „*Informatické myšlení je proces postavený na snaze řešit problémy, který musí vykazovat minimálně tyto znaky:*

- *Formulace problému tak, aby k řešení bylo možné s výhodou použít technologie.*
- *Organizace dat do logické struktury.*
- *Reprezentace dat v abstraktní formě prostřednictvím modelů a simulací.*
- *Řešení realizované formou algoritmu (řada naplánovaných kroků).*
- *Hledání, analyzování a implementace možných řešení s cílem dospět k co možná nejúčinnějšímu a nejefektivnějšímu výsledku.*
- *Zevšeobecnění a přenesení způsobu řešení na širší škálu podobných problémů“ [50].*

Kompetence pojmenovaná informatické myšlení by podle Bořivoje Brdičky [50] měla být rozšířena a doplněna schopnostmi:

- *„Vnímání souvislostí.*

- *Vytrvalost při hledání řešení složitých problémů.*
- *Tolerování nejednoznačností.*
- *Schopnost pracovat na problémech s otevřeným koncem.*
- *Schopnost komunikovat a spolupracovat s někým na dosažení společných cílů“ [50].*

Přehledně a jasně popisuje a definuje informatické myšlení webová stránka iMyšlení [52], podle které je informatické myšlení: *„Je to způsob myšlení, který se zaměřuje na popis problému, jeho analýzu a hledání efektivních řešení.*

*Nabízí nám sadu nástrojů a postupů. Když se s nimi seznámíme a naučíme se je používat, budeme je moci uplatňovat opakovaně a v různých situacích.*

*Budeme umět například:*

- *Systematicky posoudit různá řešení, vybrat to nejvhodnější pro danou situaci,*
- *rozdělit velký problém na několik menších, snáze řešitelných,*
- *plánovat a řídit činnosti,*
- *vytvářet a pečlivě popisovat postupy, které spolehlivě vedou k nějakému cíli, i když je vykonává někdo jiný,*
- *vybírat, které aspekty problému jsou podstatné pro jeho řešení a které lze zanedbat,*
- *uspořádat i velké a nesourodé soubory dat tak, abychom je mohli dále využít,*
- *používat jazyky, kterými se domluvíme s počítači, roboty a umělou inteligencí.*

*Informatické myšlení se učíme uplatňovat nejprve na jednoduchých, a postupně stále složitějších úlohách, problémech. Čím komplexnější problém, tím užitečnější je využití nástrojů a přístupů informatického myšlení“ [52].*

Mezi postupy uplatňované ve výuce informatického myšlení patří *pokus-omyl*, žáci hledají a vymýšlejí vlastní nová řešení. Žáci chybu vnímají jako přirozenou součást procesu učení. Žáci se učí pracovat s chybou, kterou využívají i jako zpětnou vazbu. Žáci se učí *tím, že to dělají* je další postup, který se uplatňuje ve výuce a je v něm důležitá aktivní práce nebo činnost žáků, kteří mají důvěru ve vlastní schopnosti. Dalším postupem je naučit žáky *vytrvalosti*: *„V informatickém myšlení učíme žáky, že má smysl*



*souvisle na něčem pracovat třeba i několik dní, a nacházet potěšení v soustředěné práci nikoli v rychlém střídání „zábav“. Dělat věci, které jdou snadno, umí každý. Úspěšní lidé umí nevzdat se při dílčím neúspěchu, a naopak přidat v úsilí“ [52].* Dalším uplatňovaným postupem ve výuce je naučit žáky *spolupráce*, protože reálné problémy jsou komplexní a k jejich řešení je potřeba spolupracující tým. Žáci se učí spolupracovat, kooperovat, využívat své silné stránky a komunikovat. V této části žáci využívají své sociálně personální kompetence [52].

## 2.2 Výzkumy v ČR a v zahraničí

### 2.2.1 Rešeršní šetření

Pro realizaci výzkumné části disertační práce bylo nutné se nejprve seznámit s výsledky výzkumů v oblastech edukační robotiky, projektové výuky se zaměřením na žákovské kompetence, v České republice a v zahraničí. Rešerši zdrojů jsme začali realizovat v roce 2017, tuto rešerši stále rozšiřujeme a doplňujeme o nové a relevantní zdroje pro výzkumnou část této práce.

Pro rešerši jsme nastavili různá vymežující kritéria: jazyk zdroje, dostupnost zdroje, časové období a klíčová slova pro vyhledávání. V rešeršní práci jsme využívali převážně volně dostupné zdroje, nebo vědecké databáze, které jsou dostupné po přihlášení pomocí univerzitního účtu. Pro vyhledávání byly použity databáze Web of Science, Scopus, Ebsco a další. Časové období pro relevantnost zdrojů jsme stanovili na zdroje po roce 2007. Aktuálnost zdrojů je důležitá především u používané robotické stavebnice nebo sady tak, aby byla ještě dostupná na trhu a použitelná ve výuce. Edukační roboti a robotické stavebnice rychle zastarávají. Klíčová slova pro vyhledávání jsme stanovili tato: projektová výuka, robotické stavebnice, edukační robot a klíčové kompetence.

### 2.2.2 Výsledky rešeršního šetření

Získané zdroje – vědecké články, knihy, disertační či diplomové práce, webové stránky jsme dále podrobně studovali tak, abychom z nich vybrali pro tuto práci relevantní zdroje. Získané zdroje jsme následně porovnali s obdobnou rešerší o využití robotiky ve vzdělávání, kterou provedla Maria Maximova a Young Hwan Kim [53], ve které analyzují 133 vědeckých prací. K porovnání jsme dále využili rešeršní práci týmu autorů pod vedením Lai Poh Emily Toh [54], ve které analyzovali 369 zdrojů z oblasti edukační robotiky používané ve vzdělávání. Z relevantních zdrojů jsme sestavili přehlednou tabulku obsahující 27 zdrojů. V Tabulce 2 uvádíme pořadí zdroje v tabulce, rok vydání či publikování zdroje, jméno prvního autora, stupeň školy, na které bylo šetření prováděno, typ použité robotické stavebnice, výzkumný problém či otázka, klasifikace metody výzkumu. U typu robotické stavebnice jsme v případě použití konstrukční robotické stavebnice Lego Mindstorms dále nerozlišovali jednotlivé verze RCX, NXT a EV3. Zdroje v tabulce jsme seřadili podle roku publikace a dále abecedně podle jména prvního autora. V tabulce jsme dále zvýraznili pro další výzkum zajímavé zdroje.

### 2.2.3 Přehled výzkumů

V následujících odstavcích představujeme pro tuto práci zajímavé vědecké výzkumy. Některé z těchto popsaných zdrojů dále využijeme v praktické části této práce. Odborný článek Baraka a Zadoka představuje studii o procesu učení a řešení problémů v robotických projektech s využitím stavebnice Lego Mindstorms u žáků středních škol. Výzkum se zaměřuje na tři hlavní otázky: Jak žáci hledají invenci při řešení problémů při práci s robotickou stavebnicí? Jaký typ znalostí využívají žáci na robotických projektech? Jak žáci vnímají neformální výuku konceptů v oblasti vědy, techniky a řešení problémů v robotických projektech? Sběr dat byl proveden pozorováním žáků ve třídě, rozhovory se žáky, studováním žákovských prací a reflexí každého projektu. Studie zjistila, že žáci často přišli s invenčními řešeními problémů, které řešili intuitivně. Při práci na robotických projektech žáci využívají především kvalitativní znalosti, konkrétně schopnost identifikovat jevy a faktory ovlivňující výkon modelu. Studie také ukázala, že žáci pravděpodobně budou mít prospěch z implementace neformální výuky konceptů ve vědě, technice a řešení problémů v robotických projektech [55].

Barker ve své pilotní studii (*Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment*) zkoumá užití učebních osnov oblasti robotiky a STEM na zlepšení výsledků žáků ve věku 9-11 let v mimoškolním vzdělávacím programu. Studie porovnávala výsledky pretestů a postestů žáků ve dvou skupinách - kontrolní a experimentální, kde žáci pracují s robotickou stavebnicí. Obsah pretestů a postestů byl zaměřený na znalosti a dovednosti získané při učení se s roboty. První polovina testu se věnuje programování, druhá část se věnuje konstrukci robota. Porovnání výsledků pretestů a postestů odhalilo, že žáci pracující s robotickou stavebnicí dosahují průměrně mírně vyššího skóre ve výsledcích testů. Výsledky studie dále ukázaly, že nástroj hodnocení používaný k testování byl pro tuto studii platný a spolehlivý [56].

Liuova pilotní studie zkoumala vnímání edukačních robotů a učení s roboty u žáků základních škol. Výzkum byl realizován na vybrané trojici základních škol v severním Tchajwanu. Kvalitativní výzkum byl realizován pomocí rozhovorů zaměřených na vnímání edukačních robotů a učení s roboty. Pro další část výzkumu bylo využito dotazníku s čtyřbodovou Likertovou stupnicí [57]. Oproti tomu Slangen ve studii zkoumá, co se mohou žáci ve věku 10 až 12 let naučit z práce s roboty, ze předpokladu že robotika je součástí technologické gramotnosti. Ve studii byla provedena kognitivní a koncepční analýza pro vytvoření referenční rámce pro určení znalostí robotiky.

Dle náročnosti byly rozlišeny čtyři pohledy: psychologický, technický, funkční a řízení systému. Výsledky jsou diskutovány s ohledem na technickou gramotnost žáků a možnosti učení v primárním vzdělávání [58].

Využití kompetence k řešení problémů sledovala Castledine a Chalmers v činnosti žáků s Lego roboty. Studie se zaměřila na strategie řešení problémů, kterými se žáci primárně zabývají při práci s Lego roboty a zda jsou žáci schopni spojit své strategie řešení problémů s reálnými kontexty. Kvalitativní studie zahrnovala 23 žáků 6. ročníku základní školy v Brisbane. Studie zahrnuje data z pozorování, z diskusí žáků o řešení problémů, vytvořené ovládací programy a data z dotazníků. Výsledky studie ukázaly, že aktivity s roboty pomohly studentům přemýšlet o rozhodnutích, která učinili při řešení problému. Studie také zdůraznila, že studenti byli schopni uvést své strategie řešení problémů do souvislostí v reálném světě [59].

Studie Gorakhnatha a Padmanabhana se zaměřuje na vliv robotické stavebnice na rozvoj kritického myšlení u žáků základních škol. Výzkum byl prováděn po dobu 14 týdnů na základních školách v Indii. Pro výzkum byla použita kontrolní a experimentální skupina žáků a porovnání jejich dosažených výsledků v posttestu zaměřeného na kritické myšlení. Kontrolní skupina byla vyučována běžnou výukovou metodou. Experimentální skupina měla do výuky zapojenu robotickou stavebnici Lego Minstorms. Studie kvantitativně analyzovala výsledky posttestového skóre žáků a dospěla k závěru, že žáci v experimentální skupině s výukou využívající robotické stavebnice měli v posttestu kritického myšlení signifikantní nárůst průměrného skóre oproti kontrolní skupině [60].

Eguchi představuje případovou studii zaměřenou na učení účastníků vzdělávacího kurzu robotiky. Jedná se o kurz robotiky nabízený z kurzů interdisciplinárních studií všeobecného vzdělávání na liberální umělecké školy v New Jersey. Provedený výzkum v této studii byl kvalitativní s využitím kódování textu ve studentských esejích. Výsledky ukazují, že i přes zaměření kurzu na robotiku a programování robotů ze stavebnice Lego Mindstroms, účastníci kurzu nejlépe hodnotí učení ke spolupráci, kooperaci a komunikačním dovednostem, dále rozvoj kompetencí při řešení problémů při práci s robotickou stavebnicí [61].

Další práce využívající hojně rozšířenou robotickou stavebnici Lego Mindstroms se zaměřovala na konstrukční dovednosti žáků. Práce Somyüreka se věnuje integraci robotiky do vzdělávání. Experimentálního výzkumu v rámci studie se zapojilo 66 žáků

ve věku 8-14 let, kteří používali robotické stavebnice Lego Mindstorms. Cíle studie bylo zkoumat učení se konstrukčních dovedností žáků. Dle zjištění se dělí do čtyř oblastí: aktivní učení, autentické učení, více perspektivní a společné učení. Studie byla žáky vnímána pozitivně, a to především ze třech důvodů: mohli zkoumat a hledat vlastní řešení, mohli používat fantazii a měli volnost při vlastní práci s roboty [62].

Yuen zkoumá povahu spolupráce ve skupinách žáků a studentů základních a středních škol při řešení robotických projektů. Výzkumná studie ukazuje, jak lze pomocí robotiky zavést skupinové řešení projektů ve vzdělávání, a zavádí význam spolupráce v učebním procesu. Zjištění v této studii přispějí k využití robotických projektů ve výuce a k větší motivaci dětí o učení v oblasti STEM (science, technology, engineering, math) [63]. Podobné zaměření má práce Honga, Yau a Chana, kteří ve své studii zkoumají, jak usnadnit kolaborativní učení při řešení technických projektů a jak spolupracující žáci mohou sdílet své nápady. Studie kvalitativně analyzovala žákovské portfolio skupiny čtyř žáků zapojených do společného projektu robotického modelu v soutěži PowerTech. Kvalitativní analýza portfolio umožnila posoudit skutečný proces spolupráce mezi členy týmu. Studie ukázala, že spolupráce v týmu usnadnila učení, sdílení znalostí a dovedností. To pomohlo k nižší chybovosti a usnadnilo řešení problémů v průběhu soutěže [64].

Důležitým prvkem v jakékoliv výuce je zpětná vazba a hodnocení, nejinak tomu je v učení s roboty. Michaela Veselovská se zaměřuje na hodnocení žáků v učení s roboty. Ve své práci popisuje různé typy hodnocení v robotickém učení na základní škole. Hodnocení je součástí vyvíjeného vzdělávacího programu pro výuku robotiky. Ve výzkumu je použit kvalitativní sběr a analýza dat. Na základě zjištění z analyzovaných dat byla navržena vlastní rubrika hodnocení, která může poskytnout důsledné a objektivní hodnocení. V rubrice hodnotí žáky ze tří hledisek: konstrukce robotického modelu, programování robotického modelu a prezentace ovládacího programu. Dále v práci doporučuje různé typy činností pro výuku s roboty [65]. Tato práce může být inspirativní pro učitele využívající roboty ve výuce.

Komplexní práce Virmese se věnuje edukační robotice, jejímu popisu, rozdělení, definici, a hlavně vlivu na edukační proces v rámci interakce s dětmi. Vzájemnou interakci rozděluje do čtyř oblastí. Výzkum probíhal dlouhodobě v letech 2006-2011, v různých školských zařízeních. Práce popisuje edukační roboty a robotické stavebnice. Robotické sety rozděluje podle nutnosti programování a ovládání pomocí počítače. Cílem výzkumu bylo vytvořit teorii interakce dětí s edukační robotikou. Výzkumné otázky se zaměřují

na pozorování interakce dětí s edukační robotikou, zaměřují se na průběh interakce, druhu interakce, způsobu práce s edukační robotikou a dopady interakce. Jako robotický set ve výzkumu využívá Lego Mindstroms NXT, jako konstrukční stavebnici Topobo a ze sociálních robotů využívá robota RUBI. Prvním výzkumným prostředím byl workshop s robotickým setem Lego Mindstroms NXT pro skupinu žáků ve věku 10-14 let společně s učiteli ve speciální škole. Všichni žáci měli některé poruchy učení nebo poruchy pozornosti (ADHD), autistické poruchy či poruchy řeči. Druhým prostředím byl workshop pro děti ve věku 4-5 let v mateřské škole s konstrukční stavebnicí Topobo. Třetí výzkumné prostředí využívalo sociálního robota RUBI v předškolním vzdělávacím centru pro děti ve věku 15-23 měsíců v každodenních činnostech. Práce dále prezentuje výsledky axiálního kódování ve čtyřech hlavních oblastech interakce dětí s edukačními roboty. A také selektivní kódování, které ukázalo různé typy použitých edukačních robotů. Výsledkem je vytvoření a popis teorie interakce dětí s edukační robotikou [66].

Projektovou výuku v hodinách informatiky ve výuce s roboty používá Kadlečíková [67], projektové výuce a využití projektů ve výuce se věnuje také Chalupníková [68] a Mádle [69]. Využití projektové výuky v hodinách informatiky na střední škole popisuje ve své diplomové práci Kadlečíková. V práci je obsáhlý teoretický základ, následuje praktická část se sadou pracovních listů pro projektovou výuku. V práci je pouze uveden kvalitativní popis zhodnocení práce studentů v projektové výuce a přínos projektové výuky k motivaci studentů o zájem k učení [67]. Chalupníková ve své disertační práci popisuje vytvořené materiály pro projektovou výuku zaměřenou na přírodovědné předměty. Projektová výuka na základních školách byla realizována formou jednotlivých projektových dnů. Výzkumná část práce se zaměřuje na problematiku vlivu projektových dní na postoje žáků. K výzkumnému šetření byl použit dotazník nedokončených vět, dále pozorování a rozhovory s žáky a učiteli. Kvalitativní výzkumné šetření potvrdilo, že projektové dny pozitivně formují postoj žáků k fyzice [68]. Zajímavé výsledky pro tuto práci přináší výzkum Mádleho v diplomové práci, která se zaměřuje na projektovou výuku v hodinách informatiky. Práce představuje pedagogický experiment a porovnává výuku informatiky kontrolní a experimentální skupiny. Změna u experimentální skupiny je v začlenění projektové výuky formou různých projektů. Pomocí pretestu a posttestu bylo porovnávána vstupní a výstupní úroveň znalostí a dovedností žáků. Výzkum neprokázal pozitivní přínos projektové výuky na vyšší úroveň znalostí a dovedností žáků [69].

Prostředím visuálního programování a jeho problémy se zabývá ve své studii Plaуска [70]. Studie visuálního programování robotů v programech MVPL a NXT-G vedla k identifikaci tří hlavních problémů visuálních programovacích jazyků: škálovatelnost, čitelnost a rychlost vstupu. Problém škálovatelnosti vzniká při zvětšování programu, který je omezen počtem současně zobrazených objektů na obrazovce. Čitelnost programu je ovlivněna počtem I/O bloků a grafickým prostředím visuálního programovacího jazyka. Rychlost vstupu pro visuální programovací jazyky je stále nižší než pro textové programovací jazyky, tento problém by mohl být vyřešen větší abstrakcí struktur.

Na využití robotické stavebnice Lego Mindstorms ve verzi NXT ve vzdělávacích kurzech se zaměřuje Shih [71]. Robotická stavebnice Lego NXT se stále více a více využívá v různých kurzech pro tvorbu multimediálních výukových materiálů. Tématem výzkumu je pochopení faktorů, které ovlivňují záměr učitelů používat robotickou stavebnici Lego NXT na základní škole. Studie s využitím modelu TAM (Technology Acceptance Model) shromáždila data od 17 učitelů základních škol v krajích Kaohsiung a Pingtung. K testování hypotéz slouží SEM (Structural Equation Modelling).

Další zajímavé práce zaměřené na využití edukačních robotů a konstrukčních robotických stavebnic ve výuce jsou například od Damaševičiuse [72], který se zaměřuje na projektovou výuku s edukačními roboty. Ahdhianto [73] se se svým týmem zaměřuje kompetence k řešení problémů a kritické myšlení žáků v projektové výuce matematiky. Williams představuje studii zkoumající dopad robotického tábora na znalosti žáků v oblasti fyziky a na vědecké dovednosti. Ve studii bylo použito pretestů a postestů pro testování fyzikálních znalostí i vědeckých dovedností. Ke zpracování výsledků v oblasti fyzikálních znalostí byl použit párový t-test, který přinesl výsledky o rozšíření fyzikálních znalostí žáků. K dalšímu výzkumnému šetření bylo využito individuálních a skupinových rozhovorů, pozorování a reflexí. Dle zjištění se nepodařilo studentům zlepšit své vědecké dovednosti [74].

Bers ve svém článku popisuje robotický program TangibleK určený pro malé děti, který byl vytvořen na základě zkušeností z více než desetiletého výzkumu. Program TangibleK používá roboty jako nástroj pro rozvoj informatického myšlení a konstrukčnímu, technickému učení u dětí. Program využívá robotickou stavebnici Lego Mindstorms, kterou děti mohou využívat ke stavbě robotů a jejich programování. Teoretický rámec programu zahrnuje hlavní témata informatiky a robotiky a jejich propojení s dalšími

oblastmi s ohledem na vývojové charakteristiky dětství. Článek dále popisuje činnosti a hodnotící nástroje používané k hodnocení výsledků učení [75].

Další uvedené studie se zaměřují na děti v mateřských školách a jejich aktivitu s edukačními roboty, například Levy [76] ve své kvalitativně vedené studii zkoumá vnímání a popis pohybů robota dětmi. Kuperman [77] se zabývá přínosem z učení s behaviorálně-adaptivními artefakty (roboty) v oblasti technologií a technického myšlení u dětí v mateřských školách. Získané poznatky jsou přínosné i pro výuku starších žáků na základních školách.

Učení s reálnými mikropočítači se ukazuje jako motivační a zároveň nabízí příležitosti ke spolupráci a kreativité. Ve Velké Británii byl vyvinut a vyroben levný a přenosný mikropočítač Micro:bit, kterého se celkově vyrobilo milion zařízení. Příspěvek se věnuje první studii, která se zaměřuje na použití mikropočítačů Micro:bit ve školách ve Velké Británii. Studie byla provedena formou rozhovorů s 15 učiteli a 54 žáky na základních školách. Studie popisuje zkušenosti žáků z hlediska využití mikropočítačů, kreativity, funkčnosti, učení programování mikropočítače Micro:bit, dále analyzuje jejich zkušenosti v kontextu práce s reálným mikropočítačem [78].

### **2.3 Shrnutí**

Většina uvedených výzkumů se zaměřuje na využití edukačních robotů nebo konstrukčních robotických stavebnic ve výuce, některé jsou zaměřené na projektovou výuku. Část výzkumných studií se zabývá kompetencemi žáků, získanými znalostmi nebo dovednostmi. Žádný z nalezených výzkumů se nezabývá zaměřením této práce, a to je vliv projektové výuky programování s využitím robotické stavebnice na žákovské kompetence a to především kompetenci k řešení problémů.

Tabulka 2 uvádí přehled relevantních výzkumů, které jsou úzce spjaté s tématem a zaměřením této práce.



**Tabulka 2 Souhrnná tabulka relevantní výzkumných prací v oblasti využití edukační robotiky**

Souhrnná tabulka relevantních výzkumných prací.							
Pořadí	Rok vydání	Hlavní autor	Stupeň školy	Typ robotické stavebnice	Výzkumný problém	Design výzkumu	Výzkumné metody a techniky
1	2007	Barak, M.	ZŠ, SŠ	Lego Mindstorms	Jak žáci využívají koncepty vědy, techniky a řešení problémů v projektové výuce?	Smíšený design výzkumu	pozorování žáků, analýza jejich prací
2	2007	Barker, B., S.	ZŠ	Lego Mindstorms	Jaký je vliv výuky robotiky na podporu učení v oblasti STEM?	Kvantitativní výzkum	pedagogický experiment, pretest a posttest žáků
3	2007	Williams, D., C.	ZŠ	Lego Mindstorms	Mají žáci po absolvování robotického programu více znalostí a vědeckých dovedností?	Smíšený design výzkumu	kvalitativní analýza skupinových rozhovorů, kvantitativní testování žáků
4	2008	Levy, S., T.	MŠ	Lego Mindstorms	Možnosti popisu pohybů mobilního robota dětmi v MŠ.	Smíšený design výzkumu	pozorování žáků
5	2008	Liu, E.	ZŠ	Lego Mindstorms	Jak žáci vnímají edukační roboty a učení se s nimi?	Smíšený design výzkumu	analýza rozhovorů s žáky, dotazník s Likertovou škálou
6	2008	Rusk, N.	ZŠ	PicoCricket	Nové strategie pro seznámení žáků s oblastí robotiky.	Případová studie	pozorování žáků
7	2010	Bers, M., U.	MŠ, ZŠ	TangibleK, Lego Mindstorms	Komplexní výukový program pro učení s roboty.	Případová studie	pozorování žáků, analýza jejich prací
8	2010	Liu, E., Z., F.	ZŠ	Lego Mindstorms	Vnímání edukačních robotů a učení s roboty.	Smíšený design výzkumu	kvalitativní pozorování, analýza reflexe účastníků, kvantitativní analýza dotazníku
9	2010	Slangen, L.	ZŠ	Lego Mindstorms	Co se naučí žáci z práce s roboty?	Kvalitativní šetření	pozorování a analýza rozhovoru
10	2011	Hong, J., C.	ZŠ	Lego Mindstorms	Analýza kolaborativního učení a spolupráce na společném robotickém projektu.	Kvalitativní šetření	analýza žákovského portfolia
11	2011	Castledine, A., R	ZŠ	Lego Mindstorms	Jaké strategie řešení problémů využívají žáci při používání Lego robotiky?	Smíšený design výzkumu	analýza pozorování žáků
12	2012	Mioduser, D.	MŠ	Lego Mindstorms	Využití technického myšlení k popisu pohybů robota.	Kvalitativní šetření	analýza video pozorování žáků
13	2013	Eguchi, A.	VŠ	Lego Mindstorms	Rozvoj učení, spolupráce a komunikace, řešení problémů pomocí robotické stavebnice.	Kvalitativní šetření	analýza textů esejí
14	2013	Pea, R.	ZŠ	Roboem	Jak ovlivňuje edukační robot sociální vztahy mezi žáky a učitelem?	Smíšený design výzkumu	Likertova škála, rozhovory s žáky
15	2013	Shih, B., Y.	ZŠ	Lego Mindstorms	Faktory ovlivňující použití robotické stavebnice ve výuce.	Kvalitativní šetření	dotazník
16	2014	Plauska, I.	VŠ	Lego Mindstorms	Porovnání vizuálního programování robotických modelů.	Kvalitativní šetření	analýza pozorování žáků
17	2014	Somyürek, S.	ZŠ	Lego Mindstorms	Zkoumání konstruktivistických způsobů učení při práci s robotickou stavebnicí.	Smíšený design výzkumu	analýza rozhovorů a prací žáků
18	2014	Virmes, M.	ZŠ	Rubi, Topobo, Lego Mindstorms	Cílem výzkumu je vytvoření teorie interakce dětí s edukační robotikou.	Kvalitativní šetření	analýza pozorování skupiny žáků
19	2014	Yuen, T.	ZŠ, SŠ	Lego Mindstorms	Pozorování žáků při skupinové práci na robotických projektech.	Kvalitativní šetření	analýza pozorování skupiny žáků
20	2015	Kadlečíková, J.	SŠ	Lego Mindstorms	Motivuje projektová výuka žáky k učení?	Kvalitativní šetření	hodnocení prací žáků
21	2015	Veselovská, M.	ZŠ	Lego WeDo	Hodnocení práce žáků v robotické výuce.	Kvalitativní šetření	hodnocení prací žáků
22	2017	Baxter, P.	ZŠ	Nao Robot	Jaký je vliv personifikace edukačního robota na učení žáků?	Kvantitativní výzkum	pedagogický experiment, pretest a posttest žáků, dotazníky
23	2017	Damaševičius, R.	VŠ	Arduino, Lego Mindstorms	Jaký je vliv dokončení robotického projektu na absolvování celého kurzu?	Případová studie	analýza prací studentů
24	2017	Sentance, S.	ZŠ	Micro:bit	Zkušenosti učitelů a žáků s mikropočítači.	Kvalitativní šetření	polostrukturované rozhovory s žáky
25	2018	Simbartl, P.	ZŠ	BeeBot	Jaké jsou ovlivňující faktory na algoritmické myšlení u dětí?	Kvantitativní výzkum	měření času řešení úlohy
26	2018	Stoffová, V.	ZŠ	Lego Mindstorms	Jaké postoje mají žáci k programování a konstruování robotů?	Smíšený design výzkumu	pozorování žáků, sémantický diferencál
27	2020	Gorakhnatha, I.	ZŠ	Lego Mindstorms	Jaký vliv má robotická stavebnice na rozvoj kritického myšlení v hodinách přírodních věd?	Kvalitativní šetření	pedagogický experiment, pretest a posttest žáků

## 3 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ

V této kapitole popisujeme výzkumné šetření navržené tak, aby napomohlo k naplnění cílů disertační práce. Pro výzkum stanovujeme s ohledem na cíle práce tři výzkumné cíle, pro které dále stanovujeme uvedené výzkumné otázky a hypotézy, které se budeme následně snažit ověřit. V dalších podkapitolách uvádíme a popisujeme použité výzkumné nástroje, a to použitý test pro testování žákovských kompetencí s názvem *Dovednosti pro život*, specifikujeme výběr výzkumného vzorku, v našem případě žáků 2. stupně základní školy a uvádíme použité statistické nástroje a testy.

### 3.1 Cíle výzkumu

S ohledem na cíle disertační práce jsme pro výzkumné šetření stanovili následující cíle, které jsou úzce souvislé s tématem této práce.

VC1: Analyzovat vliv výuky programování robotických stavebnic na žákovské kompetence v oblastech inforatického myšlení.

VC2: Analyzovat vliv projektové výuky programování robotických stavebnic na žákovskou kompetenci k řešení problémů.

VC3: Analyzovat vliv projektové výuky programování robotických stavebnic na žákovské kompetence komunikační a sociálně-personální.

### 3.2 Výzkumné otázky

Stanovené cíle disertační práce a stanovené cíle výzkumu vymezují oblast a obsah výzkumných otázek. Stanovili jsme následující hlavní výzkumné otázky.

VO1: Jak ovlivňuje výuka programování s robotickou stavebnicí žákovské kompetence v oblastech inforatického myšlení?

Výzkumná otázka VO1 reflektuje stanovený výzkumný cíl VC1, při analýze výuky programování chceme zjistit vliv na žákovské kompetence v oblasti inforatického myšlení. Ke zjištění využijeme kvantitativní testování žáků pomocí testu *Dovednosti pro život* a kvalitativní rozhovory vedené s žáky.

VO2: Jak ovlivňuje projektová výuka programování s robotickou stavebnicí žákovskou kompetenci k řešení problémů?

Výzkumná otázka VO2 reflektuje stanovený výzkumný cíl VC2, při analýze projektové výuky programování robotických stavebnic chceme zjistit vliv na žákovskou kompetenci k řešení problémů. Ke zjištění využijeme kvantitativní testování žáků pomocí testu *Dovednosti pro život*.

VO3: Jak ovlivňuje projektová výuka programování s robotickou stavebnicí žákovské kompetence komunikační a sociálně-personální?

Výzkumná otázka VO3 reflektuje stanovený výzkumný cíl VC3, při analýze projektové výuky programování robotických stavebnic chceme zjistit vliv na žákovské kompetence komunikační a sociálně-personální. Ke zjištění využijeme kvantitativní testování žáků pomocí testu *Dovednosti pro život* a kvalitativní rozhovory vedené s žáky.

### **3.3 Výzkumné hypotézy**

Pro další postup výzkumného šetření jsme stanovili následující hypotézy, které budou dále ověřeny a případně přijaty nebo zamítnuty.

H1: Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.

Stanovenou výzkumnou hypotézu H1 využijeme ke zjištění a formulaci odpovědi na výzkumnou otázku V02 a částečně na výzkumnou otázku V01.

H2: Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.

Stanovenou výzkumnou hypotézu H2 využijeme ke zjištění a formulaci odpovědi na výzkumnou otázku V02 a částečně na výzkumnou otázku V01.

H3: Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně-personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.

Stanovenou výzkumnou hypotézu H3 využijeme ke zjištění a formulaci odpovědi na výzkumnou otázku V03.

### **3.4 Metodologie výzkumu a popis použitého výzkumného nástroje**

Ve výzkumném šetření se buď používá jen kvantitativní výzkum, nebo jen kvalitativní výzkum. V tomto výzkumném šetření používáme smíšený výzkum kombinující kvantitativní a kvalitativní výzkumné části. Kvalitativním použitým nástrojem je polostrukturovaný rozhovor s žáky. Otázky v rozhovoru jsou zaměřeny na práci žáků při programování robotických stavebnic, na jejich rozvoj a kompetence především se zaměřením na kompetence k řešení problémů, komunikační a sociálně-personální. Kvantitativním nástrojem je použití testů žákovských kompetencí v podobě pretestů a posttestů v pedagogickém experimentu. Pro testování žáků byl použit test s názvem *Dovednosti pro život*, který je určený pro testování vybraných kompetencí žáků na druhém stupni základní školy. V pedagogickém experimentu rozdělujeme žáky do experimentální a kontrolní skupiny, jejichž dosažené výsledky v testech budeme statisticky porovnávat. V experimentální skupině bude probíhat projektová výuka programování s využitím robotické stavebnice.

#### **3.4.1 Polostrukturovaný rozhovor s žáky**

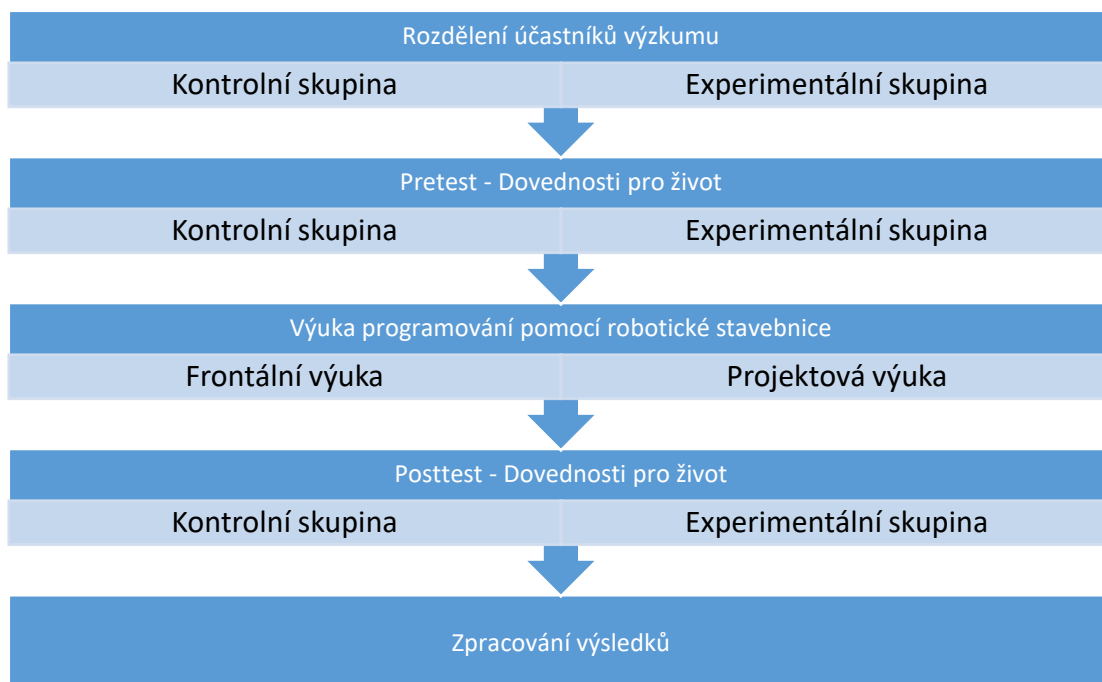
Pro výzkumné šetření jsme zvolili kvalitativní metodu polostrukturovaného rozhovoru s žáky z fokusované skupiny. Jedná se o vybrané žáky z jednotlivých skupin zapojených ve výuce programování. Vedené rozhovory byly nahrávány, dále přepisovány tak, aby je bylo možné následně analyzovat. Při tvorbě schématu polostrukturovaného dotazníku byl využit pyramidový model, který základní výzkumnou otázku rozkládá na specifické výzkumné otázky, které dále rozvádí v otázkách tazatelských [79]. Rozhovory byly přepsány do elektronické podoby, osobní data respondentů byla anonymizována a byla použita doslovná transkripce [80]. Rozhovory byly nejdříve sumarizovány, následně kódovány dle jednotlivých segmentů a dále kategorizovány.

#### **3.4.2 Pedagogický experiment**

Dalším použitým výzkumným nástrojem je pedagogický experiment, který využívá rozdělení žáků do kontrolní a experimentální skupiny a porovnání sledovaných proměnných v těchto skupinách. Ve výzkumném šetření došlo k rozdělení žáků do skupin, podle aktuálních podmínek a možností v základní škole. V kontrolní skupině žáků probíhala běžná výuka programování pomocí robotických stavebnic.

V experimentální skupině došlo k využití projektové výuky programování pomocí robotické stavebnice.

Schéma na Obrázku 7 výzkumného šetření zahrnuje pretest a posttest žákovských kompetencí zaměřený na kompetenci k řešení problémů, na kompetenci sociálně-personální, na kompetenci komunikativní a na práci s informacemi. Před výukou programování byl zadán pretest pro každou skupinu zvlášť, následovala výuka programování s využitím robotických stavebnic v experimentální skupině i kontrolní skupině. Po výukovém bloku byl žákům v jednotlivých skupinách zadán posttest žákovských kompetencí. Blok výuky programování obsahoval výuku teoretického základu a výuku praktickou při řešení komplexních úloh obsahující programovací i konstrukční část. Výsledky pretestů a posttestů žákovských kompetencí jsou v další části práce statisticky zpracovány a vizualizovány pomocí grafů.



**Obrázek 7 Schéma realizace pedagogického experimentu s rozdělením žáků na *Kontrolní* a *Experimentální skupinu* a začlenění pretestu a posttestu**

### 3.4.3 Testování žákovských kompetencí

K testování žákovských kompetencí byl využit adaptivní online test *Dovednosti pro život*. Jedná se o test společnosti Scio, která se věnuje testování žáků a studentů. Test je rozdělen do třech oblastí, první oblast se zaměřuje na práci s informací, druhá vztahům a komunikaci a třetí oblast se zaměřuje na řešení problémů. Tento test využívá společnost Scio pro testování žáků na druhém stupni ZŠ. Jednotlivé oblasti testu se zaměřují

na jednotlivé žákovské kompetence: k řešení problémů, komunikativní a sociálně-personální. Na test mají žáci dostatek času, doporučuje se 60 minut, většina žáků stihne test vyplnit do 45 minut.

Základní informace o testu *Dovednosti pro život* jsou dostupné na webu [81] společnosti Scio, kde je možné testování žáků objednat, zároveň je možné se podívat a vyzkoušet vyřešit ukázkové úlohy z testu, jedna z řešených úloh je na Obrázku 8. Testování žáků probíhalo v online testovém prostředí ScioDat [82], kde má každý žák vytvořený vlastní účet, kde může provádět testy a sledovat jejich výsledky. Spravování účtů a přiřazování jednotlivých testů třídám a žákům řídí školní správce ve stejném prostředí, zároveň má přehled o testování jednotlivých žáků, ale i celých tříd.

Test *Dovednosti pro život* je adaptivní, podle odpovědí žáka přiřazuje další otázky tak, aby žáku nabídl možnost dosáhnout co nejlepšího výsledku. Test je rozdělen do tří částí, které na sebe navazují, první část je *Práce s informacemi*, druhá část je *Vztahy a komunikace*, třetí část je *Řešení problémů*.

Okamžitě po vyplnění testu, získá žák výsledky svého testování v jednom souboru typu pdf. Soubor obsahuje výsledky rozdělené do jednotlivých oblastí testu: *Práce s informacemi*, *Vztahy a komunikace* a *Řešení problémů*. Ve výsledcích žák dále nalezne svoji získanou úroveň v jednotlivé oblasti. Úrovně, které může žák v testu získat, jsou: *Začátečník*, *Průzkumník*, *Objevitel*, *Profík* a *Specialista*. Žák kromě získané úrovně obdrží textové kvalitativní zhodnocení jeho výsledku, následuje popis, jak se může v dané oblasti testu zlepšovat na vyšší úroveň. Ukázka výsledků testu je v příloze A. Školní správce testování má přehled o všech výsledcích testů a zároveň je má zpracované v přehledných tabulkách, kde je porovnání výsledků žáků dané třídy s výsledky ostatních žáků ze základních škola a víceletých gymnázií ve stejném ročníku, kteří se testování zúčastnili.

Společné zadání

6. otázka

Rodina se 3 dětmi se chce nastěhovat do nového bytu. Všichni se společně sešli nad jeho plánkem. Kdo z nich si udělal o bytu nesprávnou představu?

A Petr: „Sivělé, ráno nebudu muset Katku vyhánět z koupelny, když budu potřebovat na záchod.“

B Máma: „Mně se zase líbí, že v bytě budeme mít k dispozici dvě šatny.“

C Táta: „Hmm, kaktusům se v zimní zahradě nebude moc dařit, protože potřebují přímé jižní slunce.“

D Katka: „My si s Terekou zamlouáme pokojíček, ze kterého vedou dveře přímo na WC, můžeme?“

Přidat Další

Zobrazen: Výchází

Obrázek 8 Ukázková úloha z testu Dovednosti pro život [83]

### 3.5 Popis výzkumného vzorku a jeho výběru

Výzkumný soubor účastníků výzkumného šetření byl vybrán podle dostupnosti a aktuálních možností v přístupnosti základních škol s ohledem na vládní nařízení v boji s pandemií COVID-19. V práci se zaměřujeme na žáky druhého stupně základních škol. Pro výběr výzkumného vzorku jsme si stanovili několik kritérií:

- územní vymezení,
- základní škola má druhý stupeň,

- základní škola má vhodné prostory a vybavení na výuku s robotickými stavebnicemi,
- pouze pro žáky druhého stupně.

S ohledem na tato stanovená kritéria výběru škol a s ohledem na vládní opatření byla pro výzkumnou část této práce vybrána základní škola U Školek Litomyšl. Jedna z trojice základních škol v Litomyšli, která je vybavena učebnami s moderní digitální technikou, jako je například interaktivní sál nebo televizní studio. Základní charakteristika základní školy, která je převzata z výroční zprávy: „*Základní škola Litomyšl, U Školek 1117, je úplnou školou od 1. do 9. ročníků. Zahrnuje celkem 17 kmenových tříd. Ve školním roce 2019 - 2020 školu navštěvovalo 328 žáků. Pedagogický sbor se skládá z 25 učitelů, 4 vychovatelů a 16 asistentů. Vyučuje se v jedné budově. Je zde zajištěn bezbariérový přístup. Ke škole patří venkovní areál, kde probíhá výuka tělesné výchovy a program školní družiny. Budova je umístěna v klidné části města, v blízkosti je lesopark. Škola má dvě jazykové učebny vybavené sluchátkovým systémem, ICT pracovnu, učebnu digitálních technologií, interaktivní sál, prezentační místnost s interaktivní tabulí, odbornou učebnu chemie a fyziky, vlastní tělocvičnu, vlastní místnost školní družiny a pobočku městské knihovny*“ [84].

Moderní učebny a vybavení školy je možné si prohlédnout i online na webu [85]. Škola kromě moderních učeben má také aktivní učitele, kteří se snaží o zapojování moderních a digitálních technologií ve výuce. Dále má škola přátelské vedení, které umožnilo realizovat výzkum ve škole i s ohledem na aktuální pandemická nařízení.

Výzkumnou část, která se realizovala dle navrženého schématu na Obrázku 7, bylo možné realizovat ve všech ročnících druhého stupně základní školy tj. 6., 7., 8., a 9. ročník. V každém ročníku je dvojice tříd s označením A a B. Žáci do tříd nejsou rozdělováni podle žádného klíče, ani podle prospěchu, takže se jedná o náhodné rozdělení žáků ve třídách. V každém ročníku byla vybrána jedna třída jako *Kontrolní skupina* a druhá jako *Experimentální skupina*, výběr těchto tříd- skupin byl opět zcela náhodný.

Výuka programování probíhala v květnu a červnu 2021 souběžně ve všech skupinách a ve všech ročnících. Nejprve byl realizován pretest testu *Dovednosti pro život*, následovala výuka programování a poté byl realizován posttest testu *Dovednosti pro život*. Výuka byla realizována dle rozvrhových, personálních, materiálních



a časových možností jednotlivých tříd (skupin) a pedagogů, kteří realizovali výuku programování pomocí robotické stavebnice.

### 3.6 Statistické zpracování získaných dat

Získaná data z testu *Dovednosti pro život* jsme po zpracování do tabulek pro jednotlivé sledované skupiny, ročníky a části testu anonymizovali. Dále jsme je zpracovali do přehledných tabulek a grafů, které jsme využili při vizualizaci dat z pretestu. Pro základní popis získaných dat jsme použili popisnou statistiku, s využitím základních ukazatelů jako je: průměr, medián, modus, maximum a minimum [86]. Dále jsme použili výpočet pětičíslné charakteristiky dat [87] pro následnou vizualizaci rozložení úrovní prostřednictvím krabicového grafu [87, 88].

K ověření hypotéz jsme nejprve navrhovali použít parametrický Studentův t-test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , ovšem při ověřování normality dat pomocí Shapiro - Wilkova testu normality [89, 90] i Kolmogorov - Smirnova testu [91, 92] jsme došli ke zjištění, že se nejedná o normálně rozložená data a Studentův t-test nelze pro tato data použít. Proto jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Po otestování stanovených hypotéz jsme provedli kontrolu a ověření novým testováním s využitím kontingenční tabulky. K testování jsme použili test nezávislosti chí-kvadrát pro kontingenční tabulku. S ohledem na data v kontingenční tabulce (teoretické četnosti dat, celková četnost  $n$ ) a v její sloučené čtyřpolní podobě, jsme pro část výsledků přistoupili k použití testů pro čtyřpolní tabulku. Užili jsme výpočtu chí-kvadrátu s Yatesovou korekcí, a pro další část jsme použili Fisherův kombinatorický test [92, 93, 94, 95].

## 4 VÝSLEDKY VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

### 4.1 Realizace výzkumu

Původně plánovaná realizace hlavního výzkumu na základních školách byla odsunuta z plánovaných období, z důvodu koronavirové krize a přesunu běžné výuky do distanční nebo online podoby. Výzkum byl realizován v období května a června na základní škole U Školek v Litomyšli na celém druhém stupni.

### 4.2 Testování žákovských kompetencí

Každá skupina žáků před zahájením výuky programování s využitím robotické stavebnice vyplňovala test žákovských kompetencí s názvem *Dovednosti pro život*. Testování probíhalo v počítačové učebně, kde každý žák měl k dispozici jeden stolní počítač vybavený sluchátky tak, aby mohl řešit všechny typy úloh, například interaktivní s využitím audia a videa. Samotné testování žáků probíhalo v online prostředí aplikace ScioDat dostupné na adrese [www.sciodat.cz](http://www.sciodat.cz) [82] po přihlášení do svého účtu, kde bylo možné vybrat test *Dovednosti pro život*. Přístupové údaje do prostředí testovací aplikace měl každý žák jedinečné a generoval je školní správce testování. Jak probíhalo samotné testování žáků je patrné na Obrázku 9.



Obrázek 9 Žáci při vyplňování testu *Dovednosti pro život* v moderní počítačové učebně.

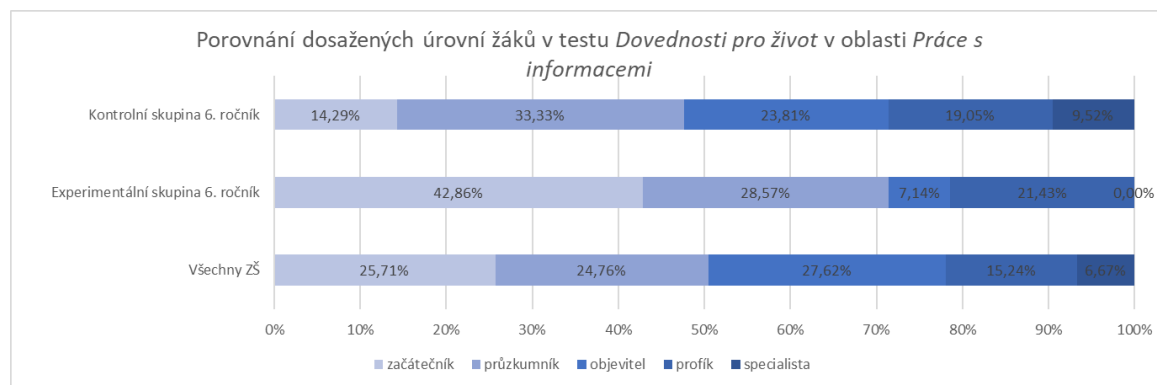
Žáci po spuštění testu kompetencí řešili sadu 15 úloh pro oblast *Práce s informacemi*, následovala sada 15 úloh pro oblast *Vztahy a komunikace* a na závěr testu řešili sadu 15 úloh pro oblast *Řešení problémů*. Každý žák okamžitě po dokončení testu obdržel v testovacím prostředí své výsledky dosažené úrovně rozdělené do třech oblastí testu *Dovednosti pro život*.

### 4.3 Pretest

V této kapitole se věnujeme představení, popisu a porovnání získaných dat z pretestu, který byl realizován ve všech skupinách tj. *Experimentální* a *Kontrolní* a ve všech ročnících druhého stupně základní školy tj. 6. až 9. ročník. Získaná data uvádíme vždy pro vybraný ročník a pro jednotlivé oblasti testu.

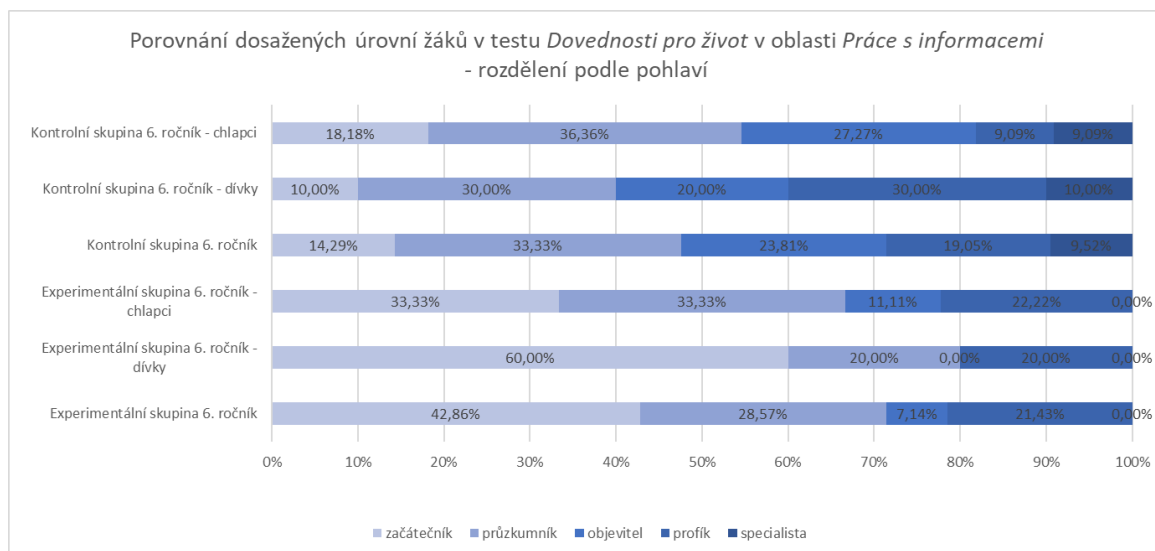
#### 4.3.1 Pretest – získaná data 6. ročník

Následující Graf 1 zobrazuje rozložení žáků podle dosažených úrovní v oblasti testu *Práce s informacemi* v *Experimentální* a *Kontrolní* skupině. Graf 1 dále pro porovnání zobrazuje rozdělení žáků 6. ročníků podle úrovní z ostatních škol v České republice. Z tohoto porovnání je *Kontrolní skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých škol, kteří se zúčastnili této vybrané části testu, jedná se o skupinu 105 žáků. V *Experimentální* skupině je větší zastoupení nižších úrovní dosažených v této části testu.



**Graf 1 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi***

Na dalším grafu (Graf 2) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



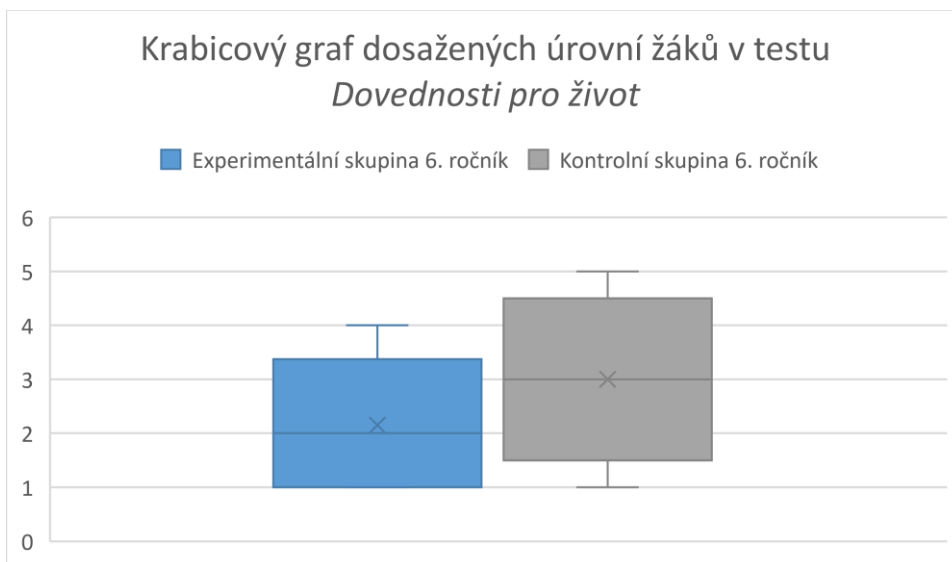
**Graf 2 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi* - rozdělení podle pohlaví**

Pro jednoduché porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 3 porovnání s využitím popisné statistiky. Aby bylo možné tuto tabulku vytvořit, bylo nejprve nutné jednotlivých úrovním, které žáci mohou získat, přiřadit ohodnocení – váhu. Takto získala úroveň *začátečník* váhu 1, *průzkumník* váhu 2, *objevitel* váhu 3, *profík* váhu 4 a *specialista* váhu 5. Na základě tohoto ohodnocení jednotlivých úrovní bylo možné provést číselnou analýzu. Následně jsme na souboru dat provedli výpočty pro získání hodnot pro pětičíslnou charakteristiku [87], kterou využíváme pro zobrazení dat v krabicovém grafu (Graf 3) pro porovnání *Experimentální* a *Kontrolní* skupiny.

**Tabulka 3 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 6. ročníku**

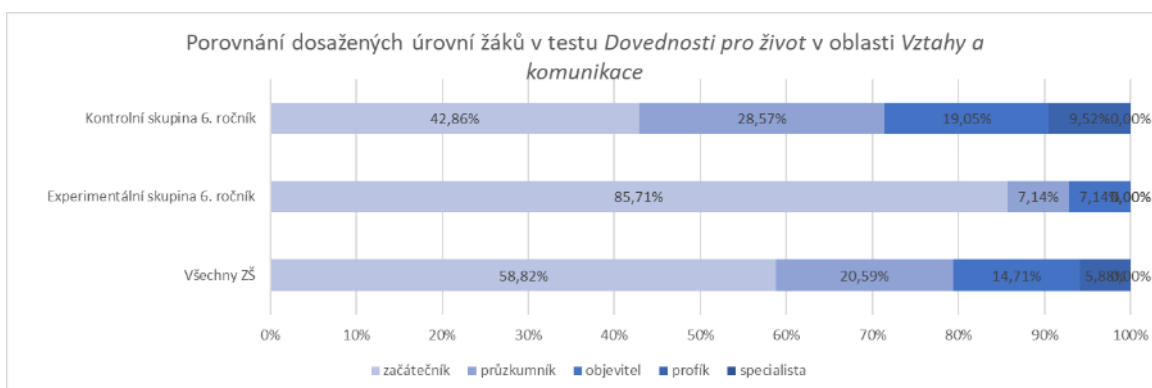
	Experimentální skupina 6. ročník	Kontrolní skupina 6. ročník
<b>Průměr</b>	2,07	2,76
<b>Medián</b>	2,00	3,00
<b>Modus</b>	1,00	2,00
<b>Maximum</b>	4,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

Z Tabulky 3 je patrné, že v *Experimentální skupině* žádný žák nezískal úroveň *Specialista* s váhou 5, dále je vidět rozdíl v porovnání průměrné dosažené úrovně, která je v *Kontrolní skupině* vyšší.



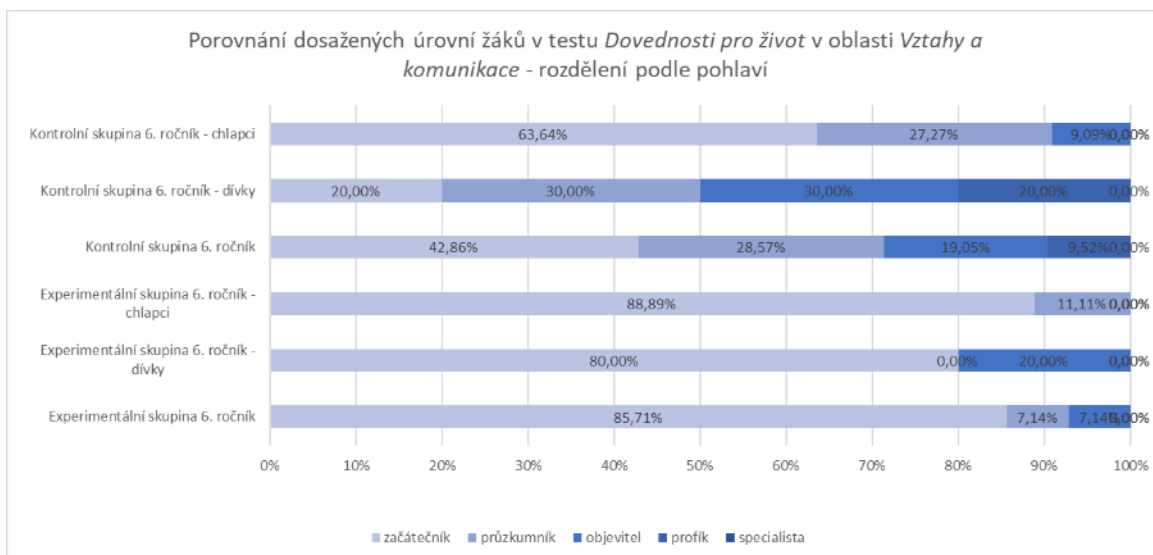
**Graf 3** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Práce s informacemi*

Druhá část testu s názvem *Vztahy a komunikace* se zaměřuje na sociálně-personální a komunikativní kompetence žáků. V Grafu 4 je rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v šestém ročníku. Podobně jako u předchozí části testu je *Kontrolní skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých základních škol v ČR, skupina *Experimentální* má větší zastoupení nižších získaných úrovní v této části testu.



**Graf 4** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace*

Na dalším grafu (Graf 5) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



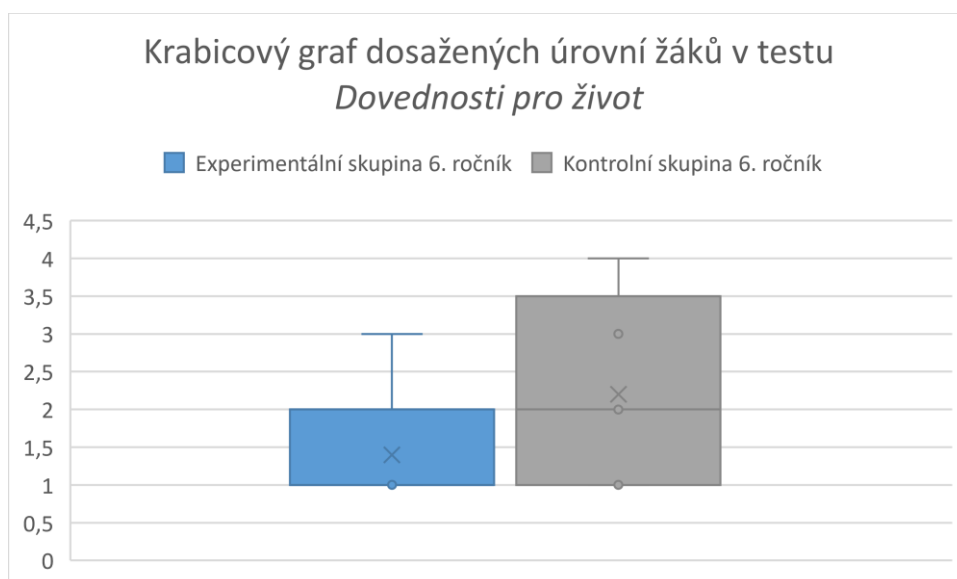
**Graf 5 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace* - rozdělení podle pohlaví**

Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 4 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 6 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 4 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 6. ročníku**

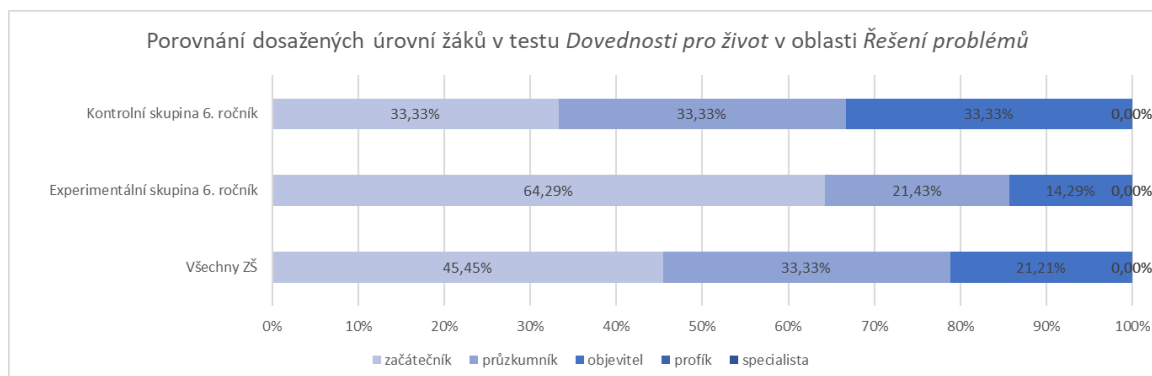
	Experimentální skupina 6. ročník	Kontrolní skupina 6. ročník
<b>Průměr</b>	1,21	1,95
<b>Medián</b>	1,00	2,00
<b>Modus</b>	1,00	1,00
<b>Maximum</b>	3,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 4 vidíme nízké hodnoty v *Experimentální skupině*, kde žádný žák nezískal úroveň *Profík* s váhou 4 a *Specialista* s váhou 5, dále je vidět rozdíl v porovnání průměrné dosažené úrovně, která je v *Experimentální skupině* nižší.



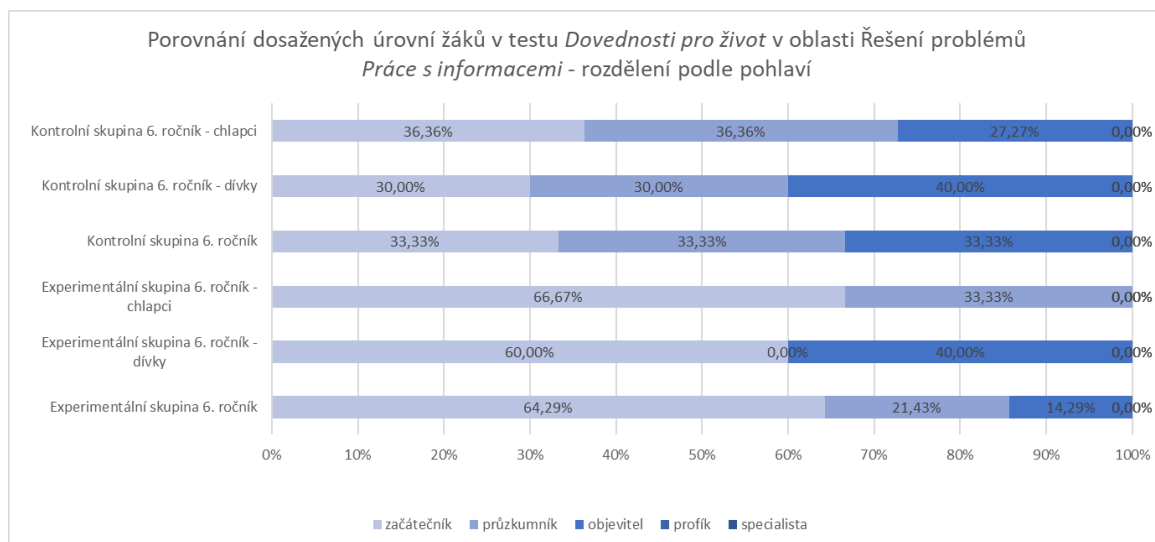
**Graf 6** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Vztahy a komunikace*

Třetí část testu s názvem *Řešení problémů* se zaměřuje na žákovskou kompetenci k řešení problémů. Graf 7 představuje rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v šestém ročníku. Podobně jako u předchozích částí testu je *Kontrolní skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých základních škol v ČR, skupina *Experimentální* má větší zastoupení nižších získaných úrovní v této části testu.



**Graf 7** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů*

Na dalším grafu (Graf 8) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



**Graf 8 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů* - rozdělení podle pohlaví**

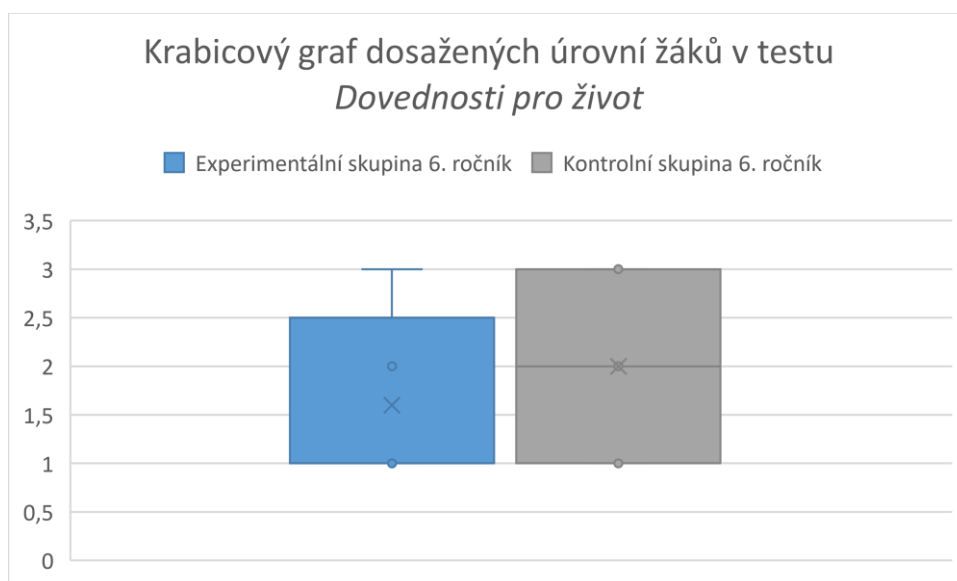
Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 5 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 9 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 5 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 6. ročníku**

	Experimentální skupina 6. ročník	Kontrolní skupina 6. ročník
<b>Průměr</b>	1,50	2,00
<b>Medián</b>	1,00	2,00
<b>Modus</b>	1,00	3,00
<b>Maximum</b>	3,00	3,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 5 vidíme nižší hodnoty pro *Experimentální skupinu*, žádný žák nezískal úroveň *Profík* s váhou 4 a *Specialista* s váhou 5, to ani ve skupině *Kontrolní*. Dále jsou vidět mírně vyšší hodnoty pro průměr, medián a modus v případě *Kontrolní skupiny*.



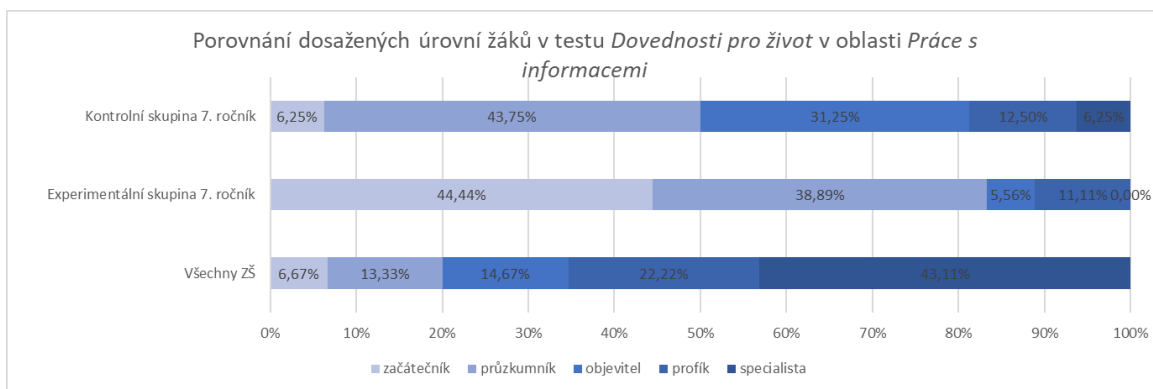


**Graf 9** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Vztahy a komunikace*

Pokud shrneme všechny získané a vypočtené informace z testu *Dovednosti pro život* pro jednotlivé oblasti v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny*, můžeme konstatovat, že *Kontrolní skupina* dosahovala vyšších hodnot získané úrovně a rozložení získaných úrovní více korespondovalo referenční skupině žáků ze základních škol v ČR.

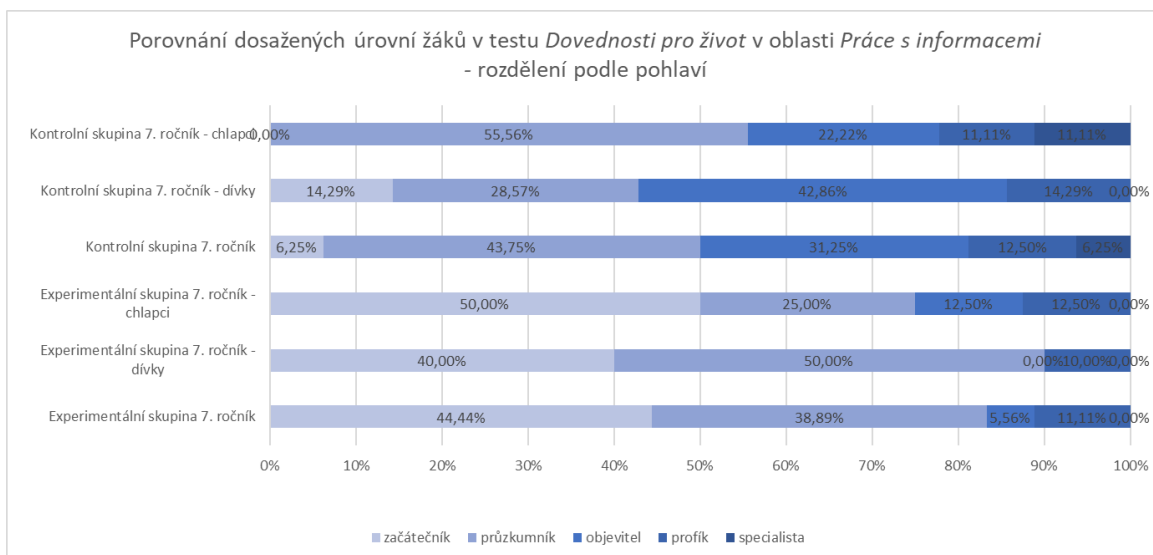
#### 4.3.2 Pretest – získaná data 7. ročník

V této kapitole představujeme získaná data z testu *Dovednosti pro život*, který vyplňovali žáci 7. ročníku. Následující Graf 10 zobrazuje rozložení žáků podle dosažených úrovní v oblasti testu *Práce s informacemi* v *Experimentální* a *Kontrolní skupině*. Graf 10 dále pro porovnání zobrazuje rozdělení žáků 7. ročníků podle úrovní z ostatních škol v České republice. Z tohoto porovnání je patrné, že *Kontrolní skupina* a *Experimentální skupina* není srovnatelná se vzorkem žáků z různých škol, kteří se zúčastnili této vybrané části testu, jedná se o skupinu 225 žáků. V obou skupinách převažuje zastoupení nižších úrovní dosažených v této části testu.



**Graf 10** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi*

Na dalším grafu (Graf 11) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



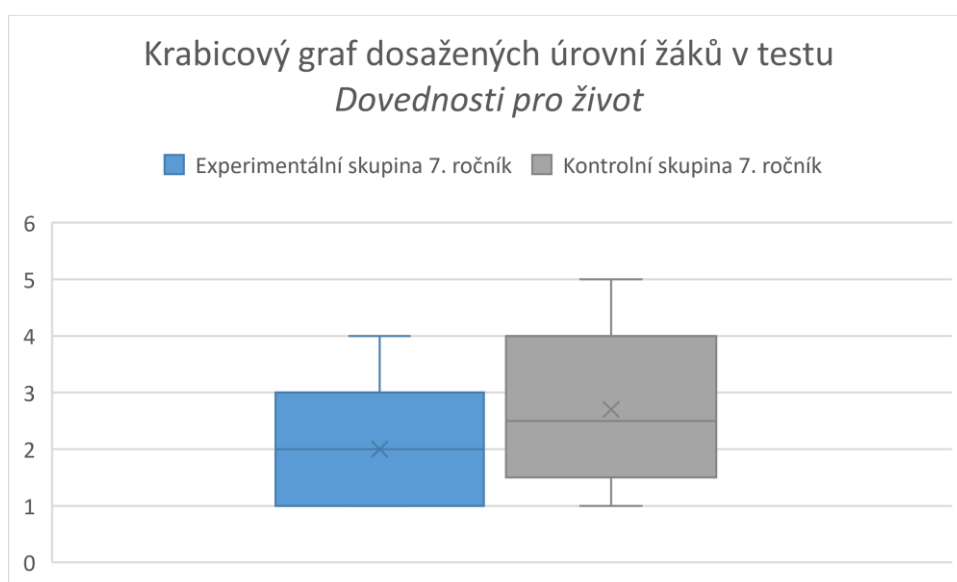
**Graf 11** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi* - rozdělení podle pohlaví

Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 6 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 12 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 6** Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 7. ročníku

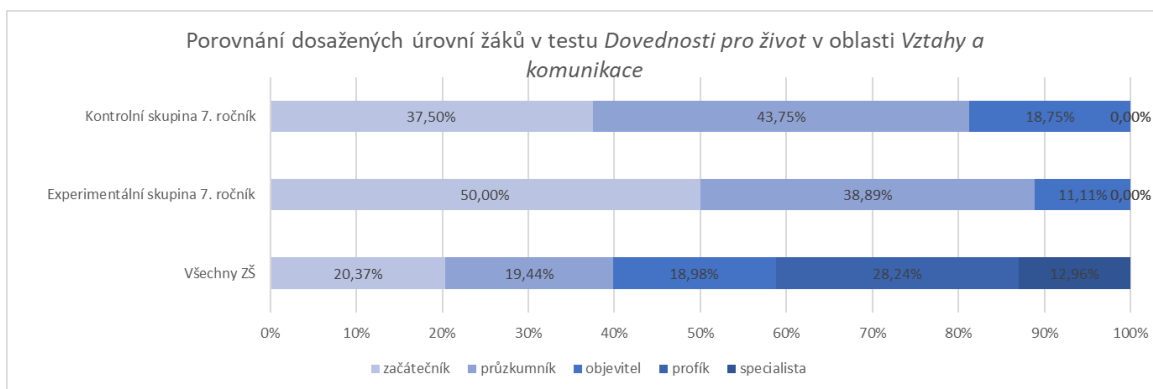
	Experimentální skupina 7. ročník	Kontrolní skupina 7. ročník
<b>Průměr</b>		
<b>Medián</b>	2,00	2,50
<b>Modus</b>	1,00	2,00
<b>Maximum</b>	4,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 6 vidíme nízké hodnoty v *Experimentální skupině*, žádný žák nezískal úroveň *Specialista* s váhou 5, dále je vidět značný rozdíl v porovnání průměrné dosažené úrovně.



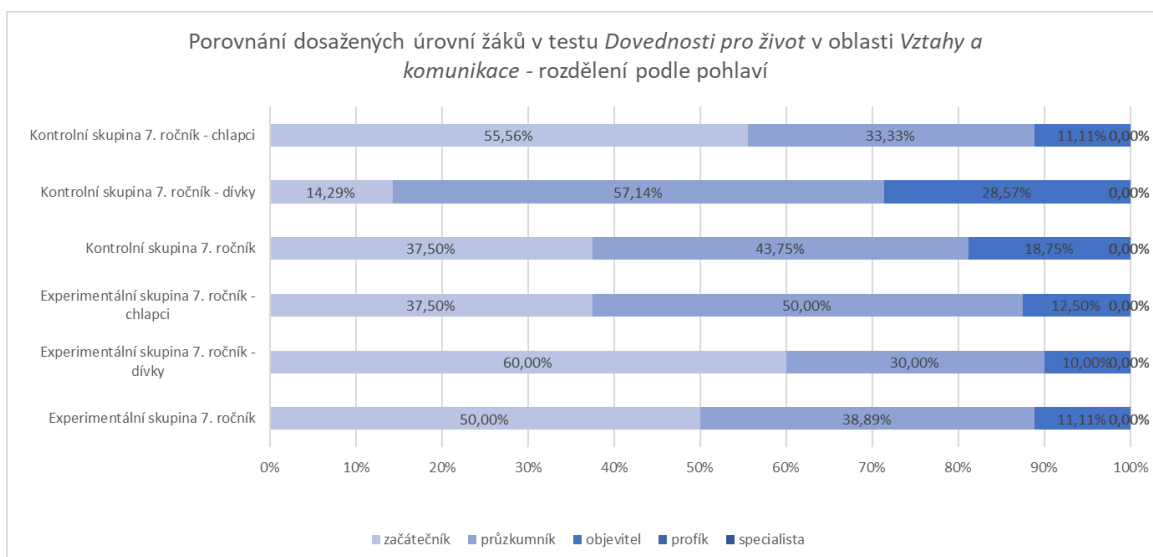
**Graf 12** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Práce s informacemi*

Druhá část testu s názvem *Vztahy a komunikace* se zaměřuje na sociálně-personální a komunikativní kompetence žáků. Na Grafu 13 je rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v sedmém ročníku. Podobně jako u předchozí části testu jsou obě skupiny podobné a obsahují větší zastoupení nižších dosažených úrovní než je tomu u referenčního vzorku žáků z různých základních škol v ČR.



**Graf 13 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace***

Na dalším grafu (Graf 14) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



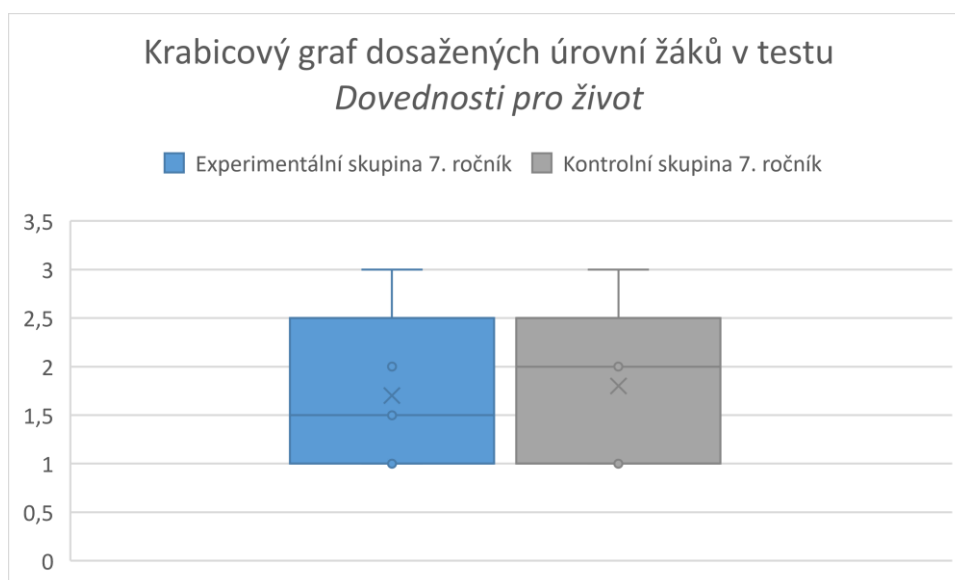
**Graf 14 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace* - rozdělení podle pohlaví**

Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 7 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 15 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 7** Statistický popis *Experimentální* a *Kontrolní skupiny* v 7. ročníku

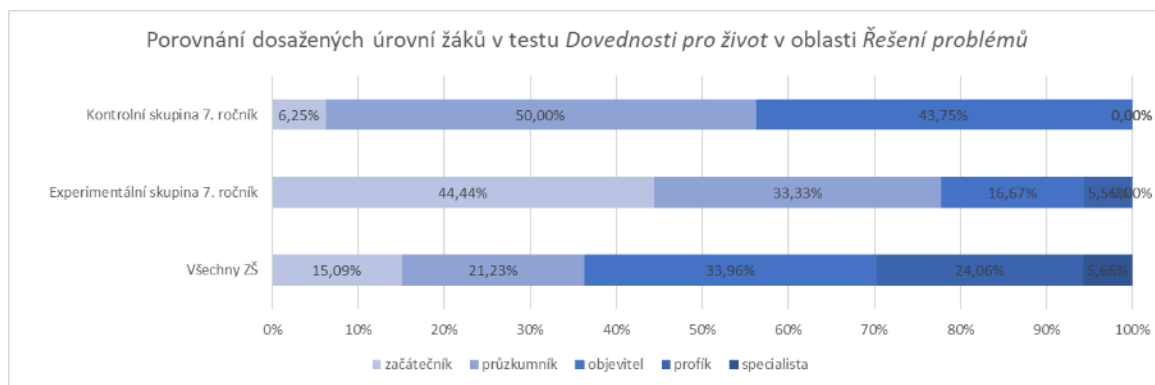
	Experimentální skupina 7. ročník	Kontrolní skupina 7. ročník
<b>Průměr</b>	1,61	1,81
<b>Medián</b>	1,50	2,00
<b>Modus</b>	1,00	2,00
<b>Maximum</b>	3,00	3,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 7 vidíme nízké hodnoty v *Experimentální* i *Kontrolní skupině*, žádný žák nezískal úroveň *Profík* s váhou 4 a *Specialista* s váhou 5, dále je vidět srovnatelná hodnota průměrné dosažené úrovně.



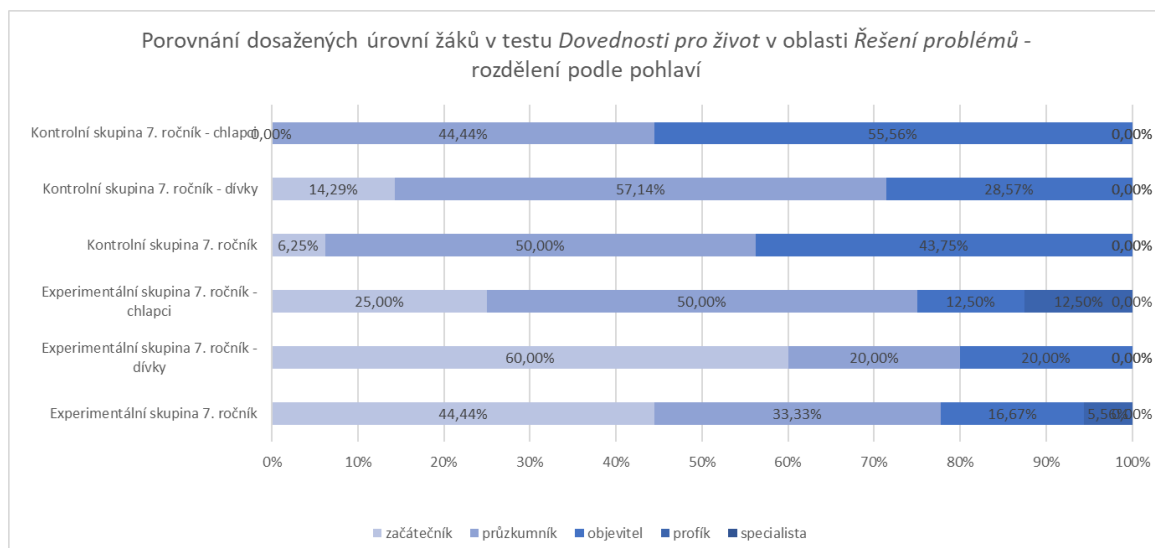
**Graf 15** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Vztahy a komunikace*

Třetí část testu s názvem *Řešení problémů* se zaměřuje na žákovskou kompetenci k řešení problémů. Graf 16 představuje rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v sedmém ročníku. Podobně jako u předchozí části testu obě skupiny obsahují větší zastoupení nižších dosažených úrovní než je tomu u referenčního vzorku žáků z různých základních škol v ČR. Rozdíl je patrný i mezi jednotlivými skupinami, především u úrovně *začátečník*, kde vidíme 44,44 % u *Experimentální skupiny* a pouze 6,25 % u skupiny *Kontrolní*.



**Graf 16** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů*

Na dalším grafu (Graf 17) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



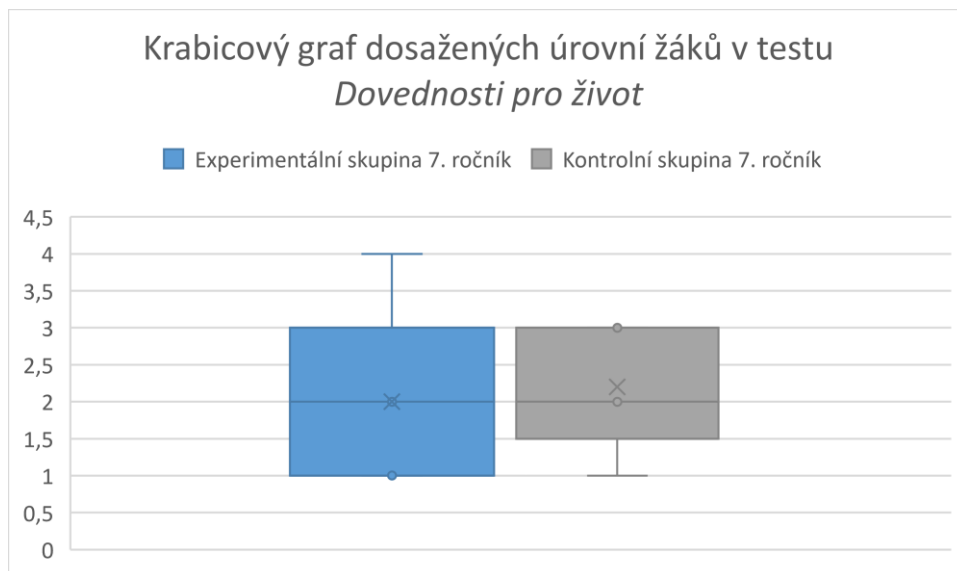
**Graf 17** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů* - rozdělení podle pohlaví

Pro přehledné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 8 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 18 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 8** Statistický popis *Experimentální* a *Kontrolní* skupiny v 7. ročníku

	Experimentální skupina 7. ročník	Kontrolní skupina 7. ročník
<b>Průměr</b>	1,57	2,38
<b>Medián</b>	2,00	2,00
<b>Modus</b>	1,00	2,00
<b>Maximum</b>	4,00	3,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 8 vidíme rozdíl v hodnotě průměrné hodnoty získané úrovně, která je nižší v *Experimentální skupině* s hodnotou 1,57 oproti *Kontrolní skupině* s hodnotou 2,38. Žádný žák ani v jedné skupině nezískal úroveň *Specialista* s váhou 5.

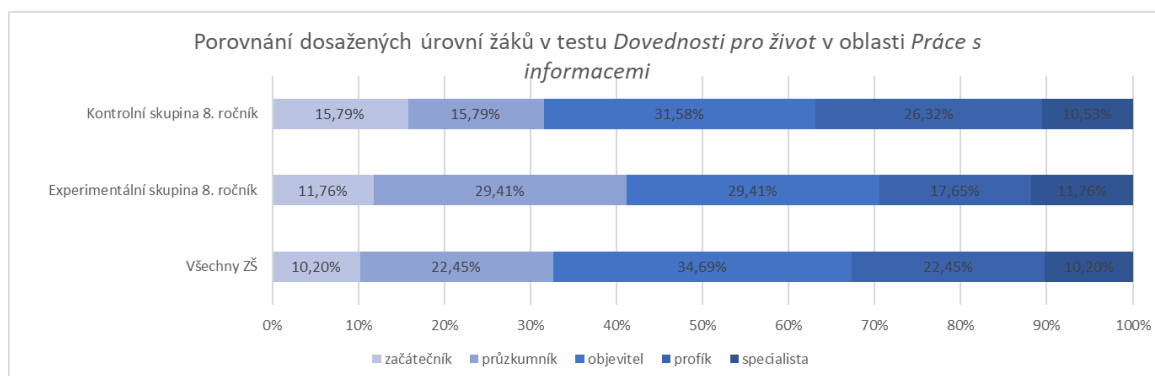


**Graf 18** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast ***Řešení problémů***

Pokud shrneme všechny získané a vypočtené informace z testu *Dovednosti pro život* pro jednotlivé oblasti v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny*, můžeme konstatovat, že *Kontrolní skupina* dosahovala mírně vyšších hodnot získané úrovně. Rozložení získaných úrovní u obou skupin nekorespondovalo referenční skupině žáků ze základních škol v ČR.

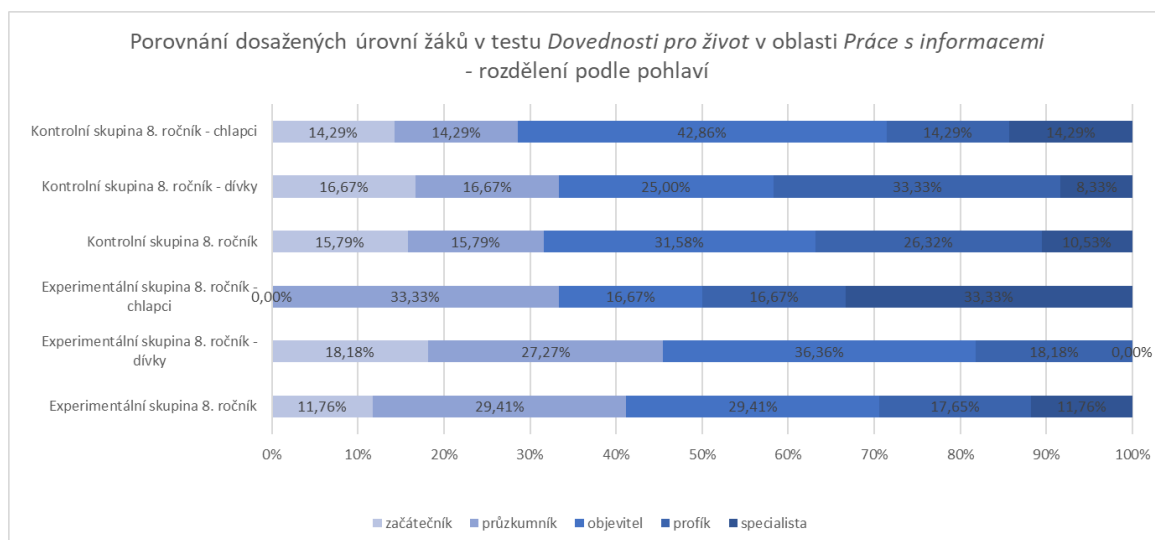
### 4.3.3 Pretest – získaná data 8. ročník

Graf 19 zobrazuje rozložení žáků podle dosažených úrovní v oblasti testu *Práce s informacemi* v *Experimentální* a *Kontrolní* skupině. Graf 19 dále pro porovnání zobrazuje rozdělení žáků 8. ročníků podle úrovní z ostatních škol v České republice. Z tohoto porovnání je *Experimentální* i *Kontrolní skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých škol, kteří se zúčastnili této vybrané části testu, jedná se o skupinu 49 žáků.



**Graf 19** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi*

Na dalším grafu (Graf 20) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



**Graf 20** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi* - rozdělení podle pohlaví

Pro přehledné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 9 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 21 jsme provedli výpočet

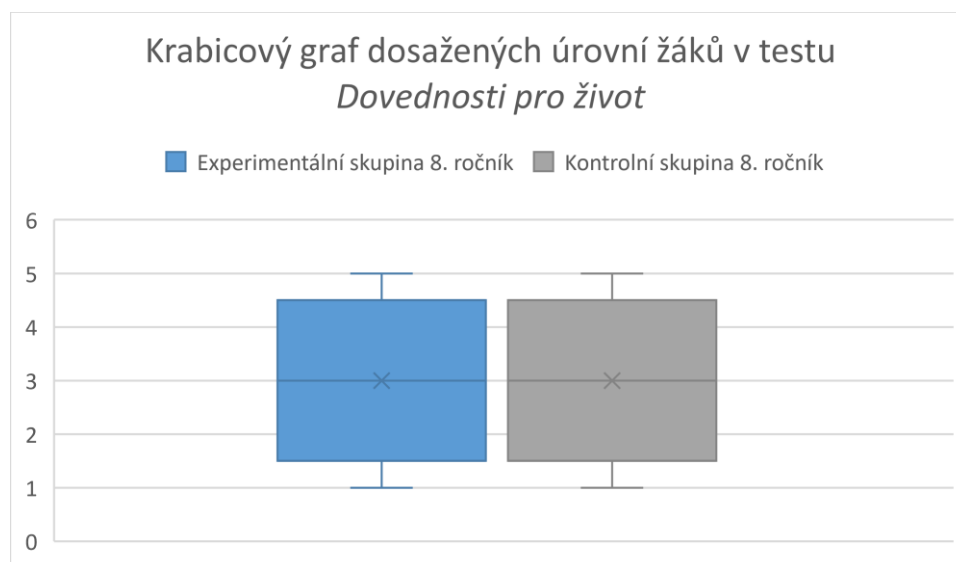


pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny. Zobrazení v Grafu 21 je stejné pro obě skupiny.

**Tabulka 9** Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 8. ročníku

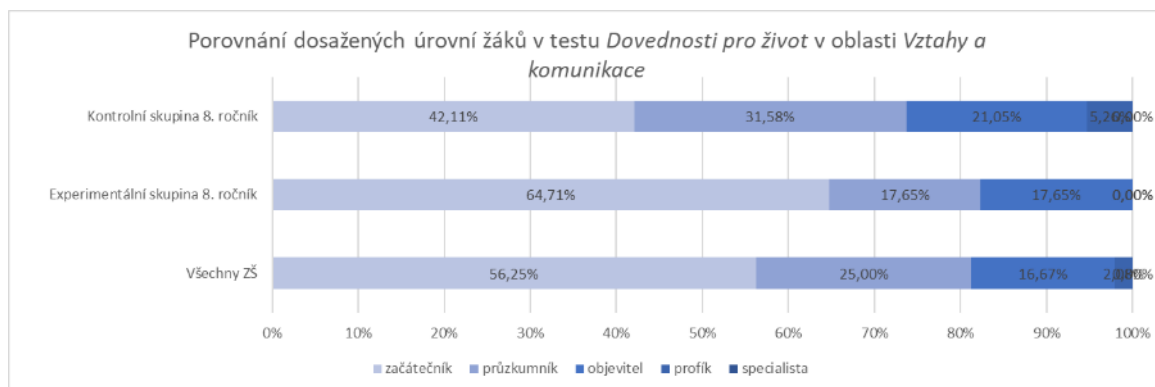
	Experimentální skupina 8. ročník	Kontrolní skupina 8. ročník
<b>Průměr</b>	2,88	3,00
<b>Medián</b>	3,00	3,00
<b>Modus</b>	3,00	3,00
<b>Maximum</b>	5,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 9 vidíme podobné hodnoty pro průměrnou hodnotu získané úrovně, dále vidíme stejné hodnoty pro medián, modus, maximum a minimum.



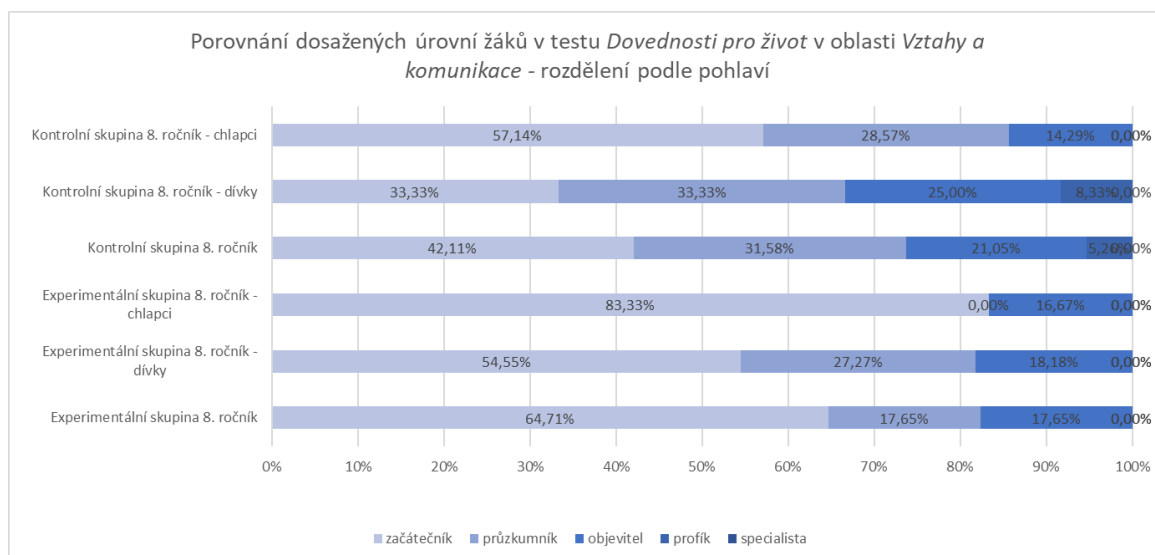
**Graf 21** Krabicevý graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Práce s informacemi*

Druhá část testu s názvem *Vztahy a komunikace* se zaměřuje na sociálně-personální a komunikativní kompetence žáků. V Grafu 22 je rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v osmém ročníku. U *Experimentální skupiny* je větší zastoupení úrovně *začátečník* než u *Kontrolní skupiny* a referenční skupiny žáků z různých základních škol v ČR. V případě druhé úrovně *průzkumník* je to opačně, *Experimentální skupina* má nejmenší zastoupení.



**Graf 22** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace*

Na dalším grafu (Graf 23) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



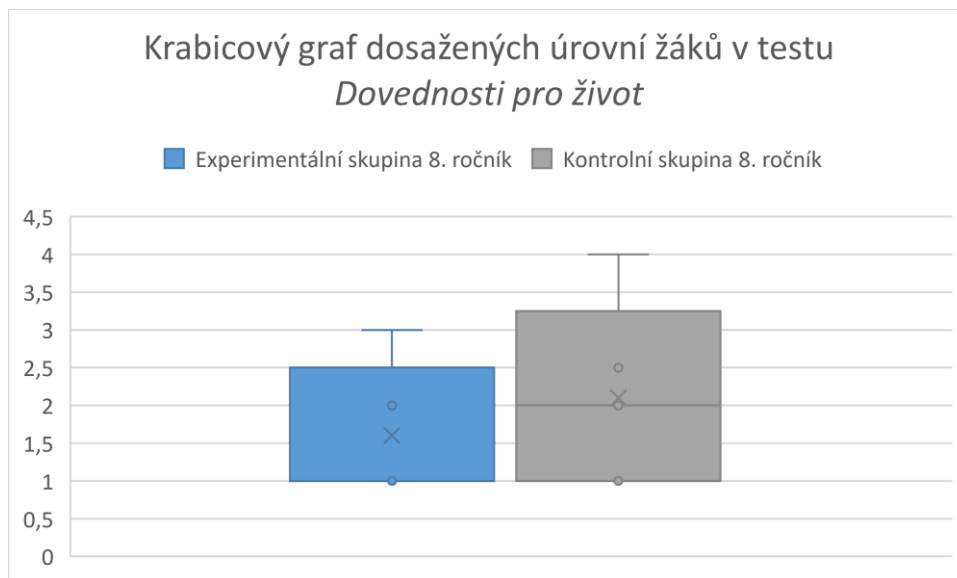
**Graf 23** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace* - rozdělení podle pohlaví

Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 10 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 24 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 10** Statistický popis *Experimentální* a *Kontrolní* skupiny v 8. ročníku

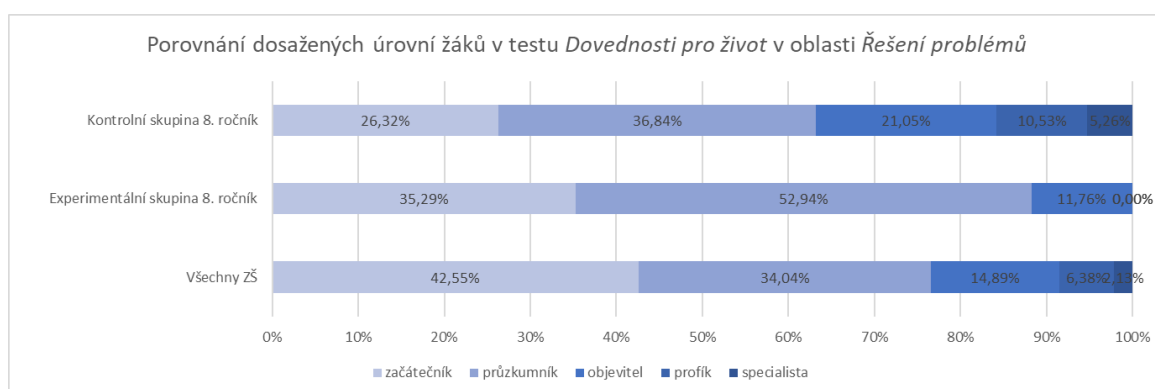
	Experimentální skupina 8. ročník	Kontrolní skupina 8. ročník
<b>Průměr</b>	1,53	1,89
<b>Medián</b>	1,00	2,00
<b>Modus</b>	1,00	1,00
<b>Maximum</b>	3,00	4,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 10 vidíme nižší hodnoty v *Experimentální* i *Kontrolní skupině*, žádný žák ne získal úroveň *Specialista* s váhou 5 a v *Experimentální skupině* ani úroveň *Profík* s váhou 4. Pro průměrné hodnoty úrovní je patrná vyšší hodnota 1,89 pro *Kontrolní skupinu* oproti 1,53 pro *Experimentální skupinu*.



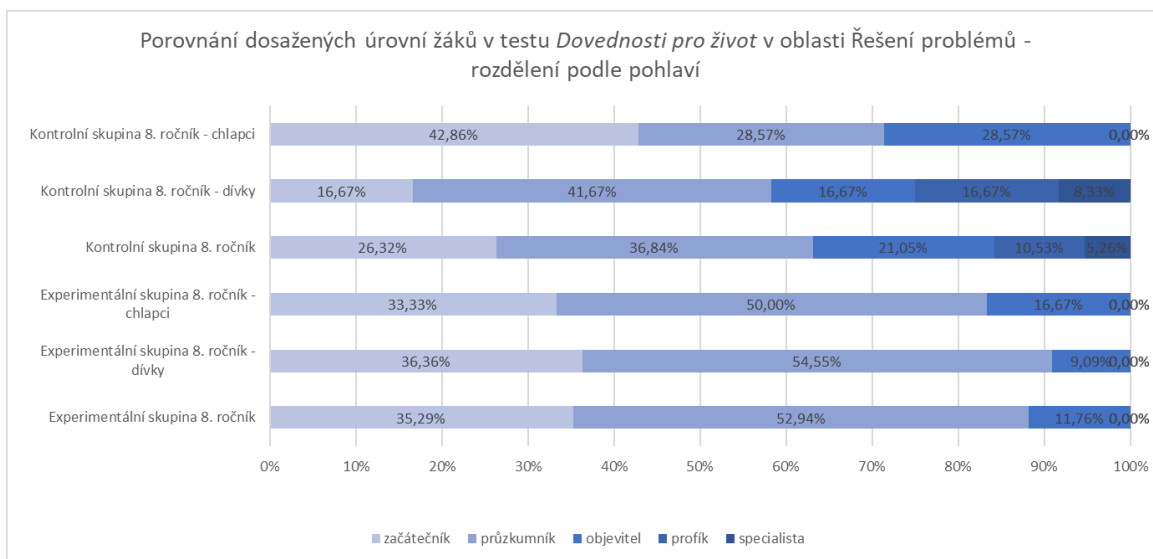
**Graf 24** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Vztahy a komunikace*

Třetí část testu s názvem *Řešení problémů* se zaměřuje na žákovskou kompetenci k řešení problémů. Graf 25 představuje rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v osmém ročníku. U *Experimentální skupiny* je viditelné vysoké zastoupení úrovně průzkumník, které dosahuje hodnoty 52,94 %, u *Kontrolní skupiny* to je 36,84 % a u skupiny žáků z různých základních škol v ČR je hodnota nejnižší 34,04 %.



**Graf 25** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů*

Na dalším grafu (Graf 26) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



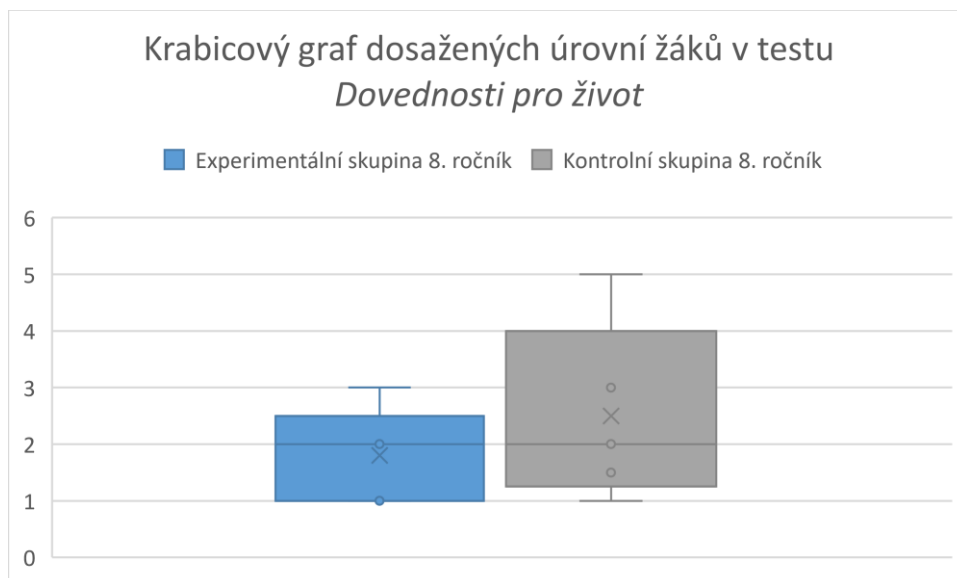
**Graf 26 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů* - rozdělení podle pohlaví**

Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 11 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 27 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny. V Grafu 27 je patrný rozdíl mezi skupinami, *Experimentální* skupina dosahuje nižších hodnot získaných úrovní.

**Tabulka 11 Statistický popis *Experimentální* a *Kontrolní* skupiny v 8. ročníku**

	Experimentální skupina 8. ročník	Kontrolní skupina 8. ročník
<b>Průměr</b>	1,76	2,32
<b>Medián</b>	2,00	2,00
<b>Modus</b>	2,00	2,00
<b>Maximum</b>	3,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 11 vidíme nižší hodnoty pro *Experimentální skupinu*, žádný žák nezískal úroveň *Profík* s váhou 4 a *Specialista* s váhou 5. Dále je vidět vyšší hodnota pro průměr 2,32 u *Kontrolní skupiny* oproti 1,76 u *Experimentální skupiny*.

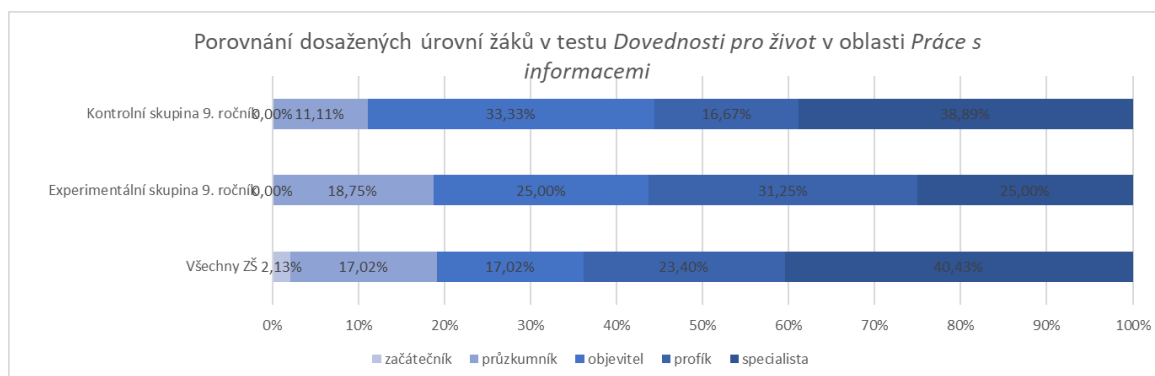


**Graf 27** Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů*

Pokud shrneme všechny získané a vypočtené informace z testu *Dovednosti pro život* pro jednotlivé oblasti v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny*, můžeme konstatovat, že *Kontrolní skupina* dosahovala mírně vyšších hodnot získané úrovně a rozložení získaných úrovní více korespondovalo referenční skupině žáků ze základních škol v ČR.

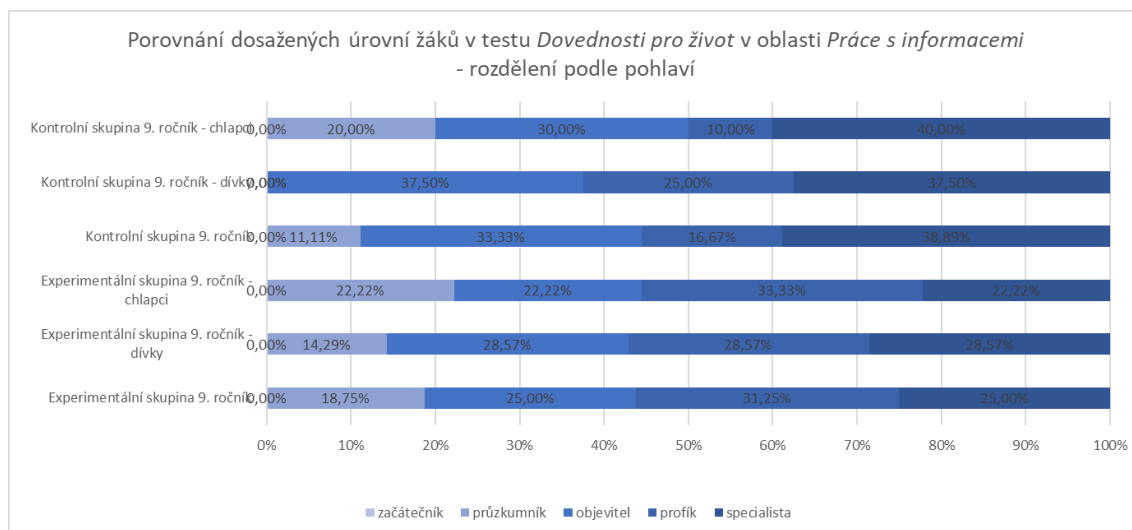
#### 4.3.4 Pretest – získaná data 9. ročník

Následující graf 28 zobrazuje rozložení žáků podle dosažených úrovní v oblasti testu *Práce s informacemi* v *Experimentální* a *Kontrolní* skupině. Graf 28 dále pro porovnání zobrazuje rozdělení žáků 9. ročníků podle úrovní z ostatních škol v České republice. Z tohoto porovnání je *Kontrolní i Experimentální skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých škol, kteří se zúčastnili této vybrané části testu, jedná se o skupinu 47 žáků.



**Graf 28** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi*

Na dalším grafu (Graf 29) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



**Graf 29** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Práce s informacemi* - rozdělení podle pohlaví

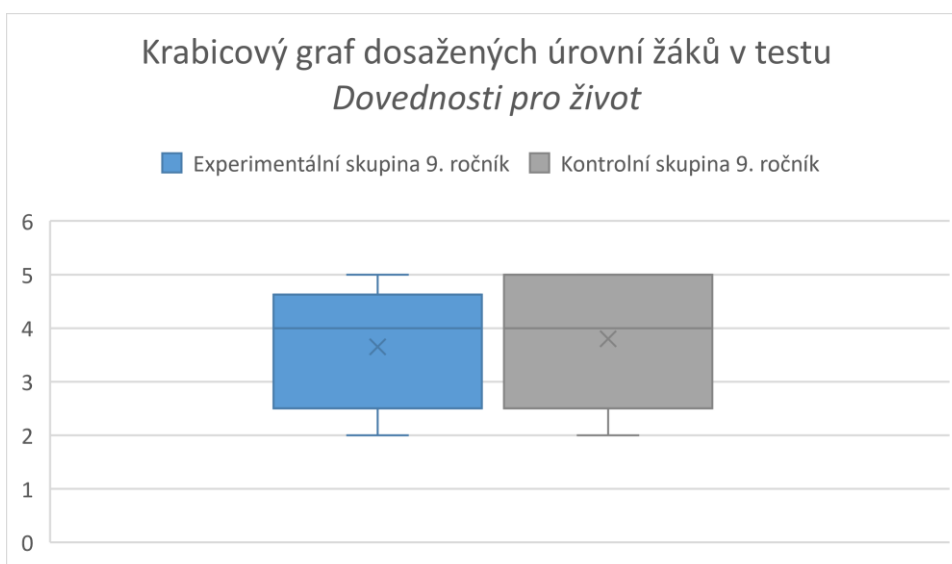
Pro snadné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 12 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 30 jsme provedli výpočet

pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 12 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 9. ročníku**

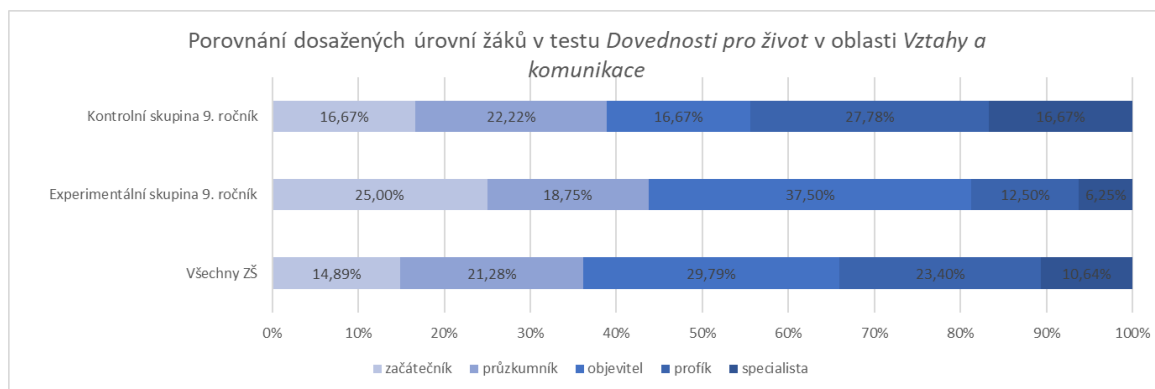
	Experimentální skupina 9. ročník	Kontrolní skupina 9. ročník
<b>Průměr</b>	3,63	3,83
<b>Medián</b>	4,00	4,00
<b>Modus</b>	4,00	5,00
<b>Maximum</b>	5,00	5,00
<b>Minimum</b>	2,00	2,00

V Tabulce 12 vidíme vysoké hodnoty oproti nižším ročníkům ZŠ. Ovšem hodnoty uvedené v tabulce jsou pro skupiny podobné. Lehce mírně vyšší získané hodnoty vykazuje *Kontrolní skupina*, což je patrné i z Grafu 30.



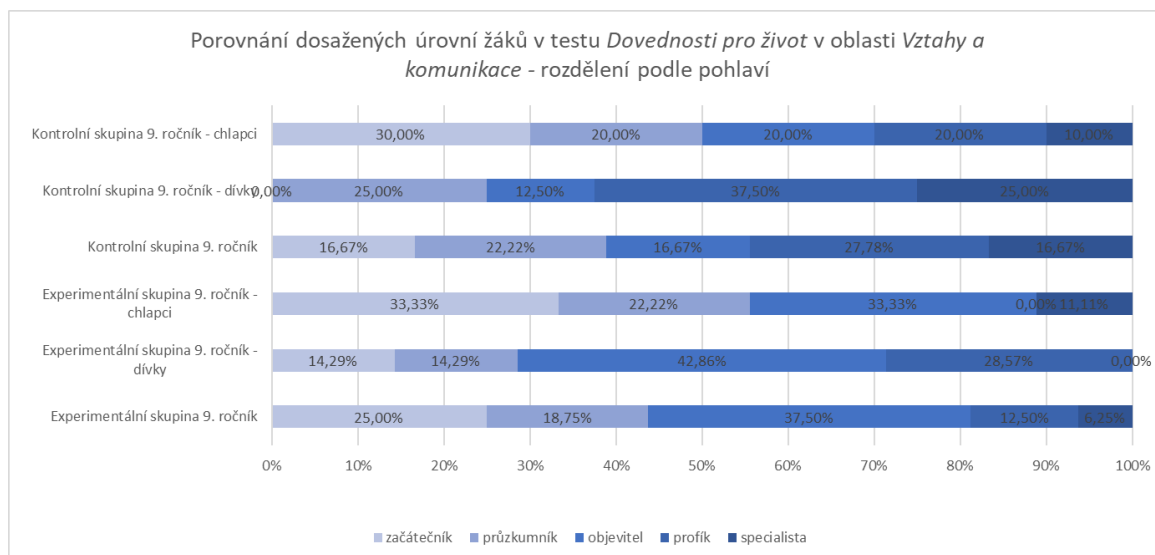
**Graf 30 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Práce s informacemi***

Druhá část testu s názvem *Vztahy a komunikace* se zaměřuje na sociálně-personální a komunikativní kompetence žáků. V Grafu 31 je rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v devátém ročníku. Podobně jako u předchozí části testu je *Kontrolní skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých základních škol v ČR, skupina *Experimentální* má mírně větší zastoupení nižších získaných úrovní v této části testu.



**Graf 31 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace***

Na dalším grafu (Graf 32) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



**Graf 32 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Vztahy a komunikace* - rozdělení podle pohlaví**

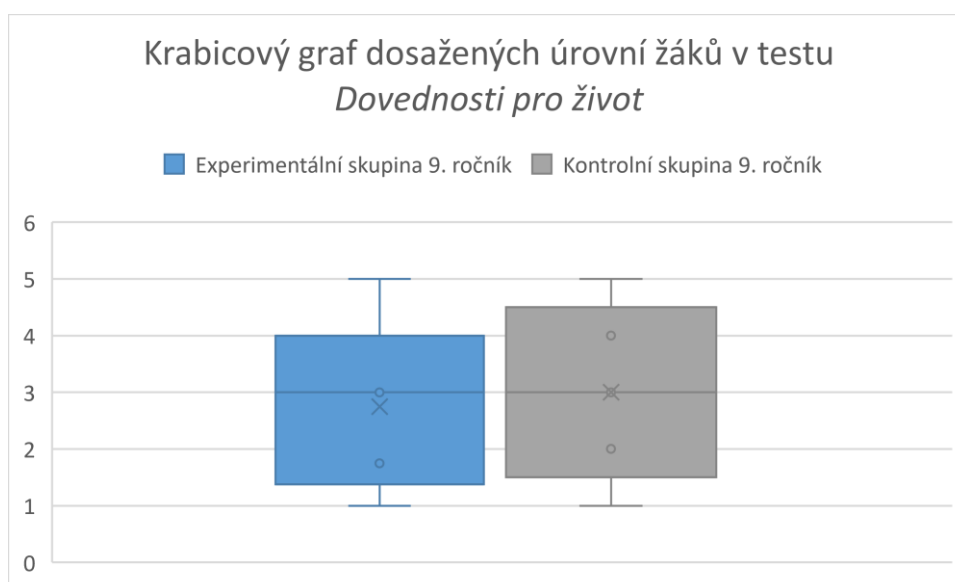
Pro přehledné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 13 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 33 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.



**Tabulka 13 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 9. ročníku**

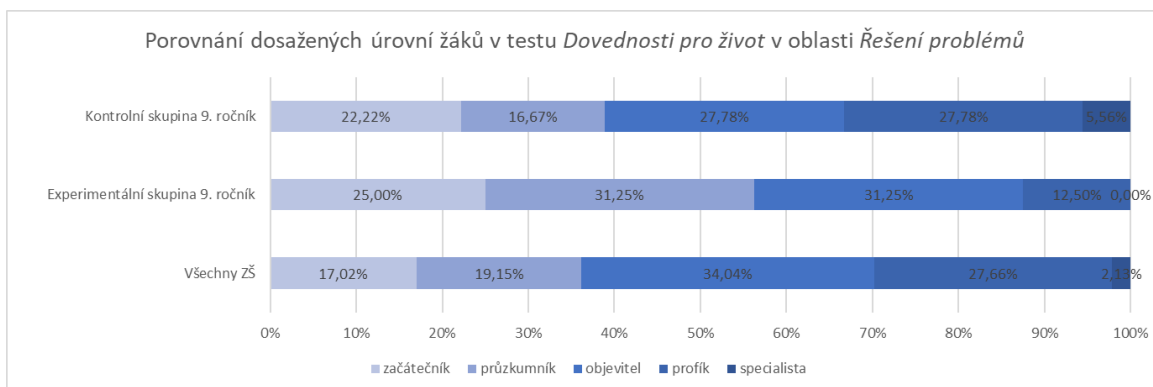
	Experimentální skupina 9. ročník	Kontrolní skupina 9. ročník
<b>Průměr</b>	2,56	3,06
<b>Medián</b>	3,00	3,00
<b>Modus</b>	3,00	4,00
<b>Maximum</b>	5,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 13 vidíme vysoké hodnoty oproti nižším ročníkům ZŠ. Ovšem hodnoty uvedené v tabulce jsou pro skupiny podobné, ovšem mírně vyšší získané hodnoty vykazuje *Kontrolní skupina*, což je patrné i z Grafu 33, nebo z porovnání průměrných hodnot dosažených úrovní.



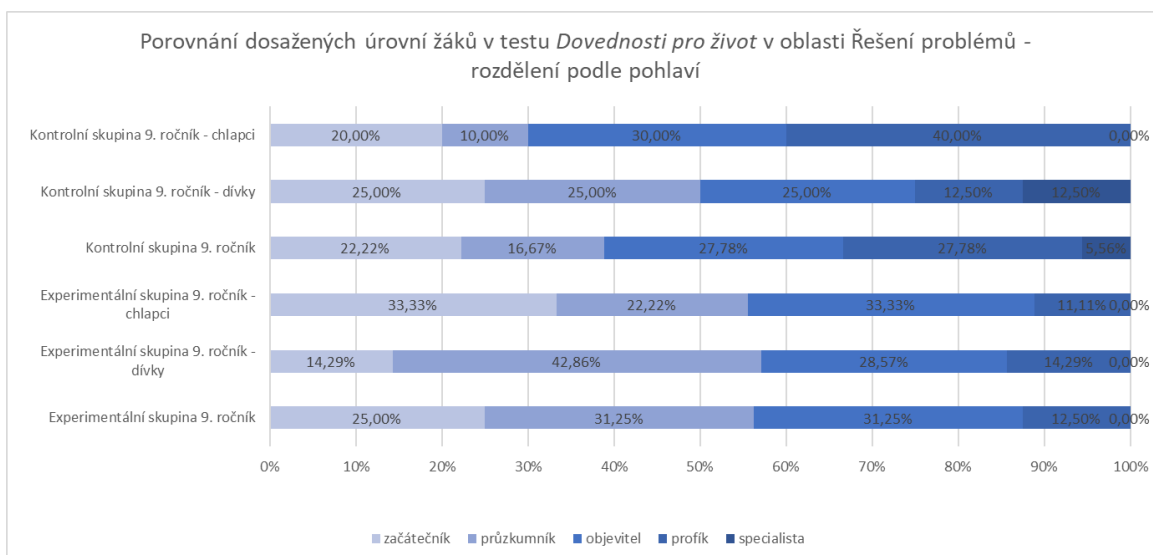
**Graf 33 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Vztahy a komunikace***

Třetí část testu s názvem *Řešení problémů* se zaměřuje na žákovskou kompetenci k řešení problémů. Graf 34 představuje rozložení dosažených úrovní žáků v jednotlivých skupinách v šestém ročníku. Podobně jako u předchozí části testu je *Kontrolní skupina* srovnatelná se vzorkem žáků z různých základních škol v ČR, skupina *Experimentální* má větší zastoupení nižších získaných úrovní v této části testu.



**Graf 34** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů*

Na dalším grafu (Graf 35) zobrazujeme data rozložení žáků podle dosažených úrovní v testu s ohledem na jejich pohlaví, pro porovnání jsou uvedeny žáci *Experimentální* i *Kontrolní* skupiny.



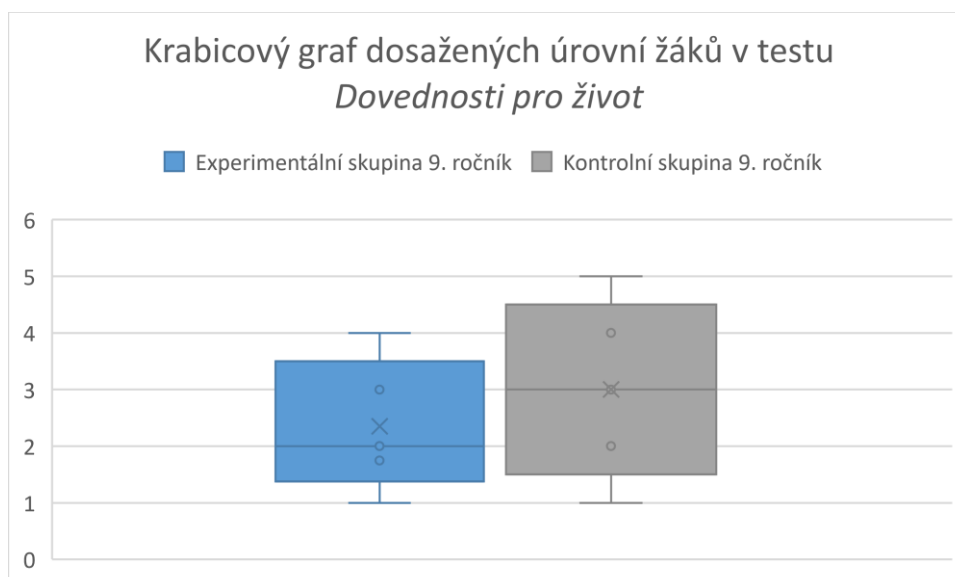
**Graf 35** Porovnání dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* v oblasti *Řešení problémů* - rozdělení podle pohlaví

Pro přehledné porovnání získaných dat pro jednotlivé skupiny uvádíme v Tabulce 14 porovnání s využitím popisné statistiky. Pro vytvoření Grafu 36 jsme provedli výpočet pětičíselné charakteristiky tak, aby bylo možné vizualizovat získaná data a jejich rozložení pro jednotlivé skupiny.

**Tabulka 14 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 9. ročníku**

	Experimentální skupina 9. ročník	Kontrolní skupina 9. ročník
<b>Průměr</b>	2,31	2,78
<b>Medián</b>	2,00	3,00
<b>Modus</b>	3,00	4,00
<b>Maximum</b>	4,00	5,00
<b>Minimum</b>	1,00	1,00

V Tabulce 14 vidíme vysoké hodnoty oproti nižším ročníkům ZŠ. Vyšší hodnoty získaných úrovní vykazuje *Kontrolní skupina*, což je patrné i z Grafu 36, nebo z porovnání průměrných hodnot dosažených úrovní.



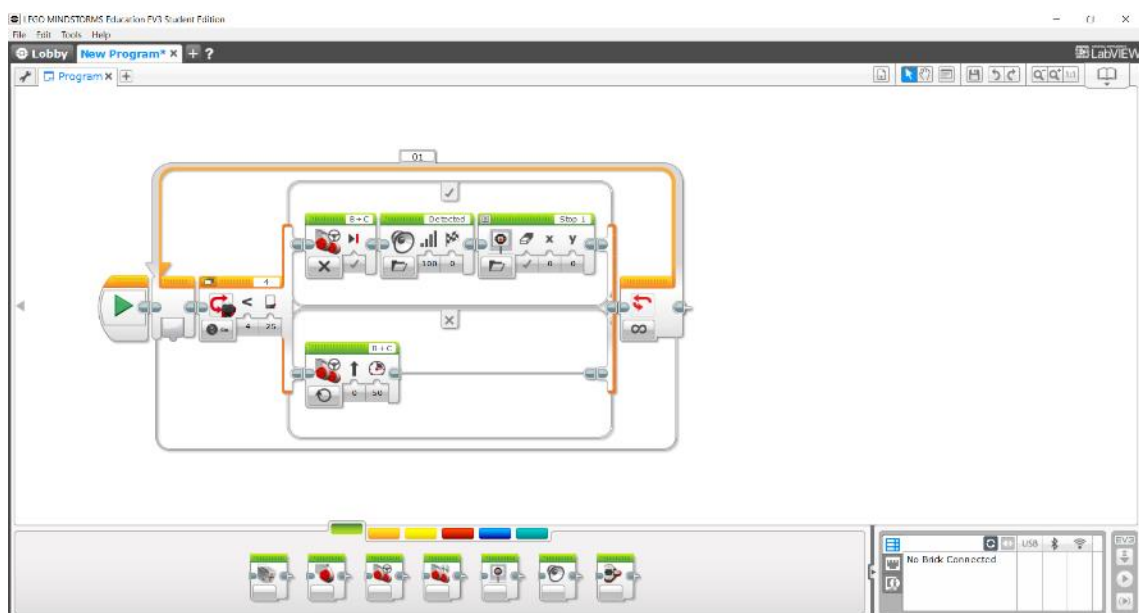
**Graf 36 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů***

Pokud shrneme všechny získané a vypočtené informace z testu *Dovednosti pro život* pro jednotlivé oblasti v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny*, můžeme konstatovat, že *Kontrolní skupina* dosahovala mírně vyšších hodnot získané úrovně a rozložení získaných úrovní více korespondovalo referenční skupině žáků ze základních škol v ČR. Celkově žáci 9. ročníků dosahují vyšší získané úrovně v testu ve srovnání s nižšími ročníky ZŠ.

#### 4.4 Realizace výuky programování pomocí robotické stavebnice v *Experimentální a Kontrolní skupině*

Výuka programování pomocí robotické stavebnice probíhala v závěrečných měsících školního roku 2020/2021 tj. v průběhu května a června. Výuka probíhala dle rozvrhových možností současně ve všech *Experimentálních a Kontrolních skupinách*. Výuka opakovaně probíhala ve vyučovacích blocích o délce dvě hodiny tzv. dvouhodinovky.

Pro výuku se byla použita robotická stavebnice Lego Mindstorms EV3 v základní edukační sadě, která je vhodná právě pro výuku na druhém stupni základních škol. Obsah edukační sady Lego Mindstorms EV3 je na Obrázku 1, pro základní robotické projekty je tato sada více než dostačující. Pro programování a ovládání robota byl použit kompatibilní program LEGO MINDSTORMS Education EV3, tento program využívá ikony (bloky) jednotlivých konstrukčních prvků robota – motory, senzory, display atd. a programových prvků – cykly, podmínky, vlastní bloky atd., kterým můžeme nastavovat jednotlivé parametry. Propojováním jednotlivých ikon žáci tvoří program, který následně nahrávají do robota.



**Obrázek 10** Prostředí programu LEGO MINDSTORMS Education EV3 pro tvorbu řídicích programů robotického modelu.

Obsah učiva pro výuku programování byl vytvořen i s ohledem na nové RVP ZV v předmětu Informatika v oblasti Algoritmizace a programování, například dekompozice úlohy, cykly, větvení, ověření programu, nalezení chyby, úprava algoritmu a programu.

Jednotlivá témata vyučovacích hodin:

- Práce s řídicí jednotkou

Výuka zaměřená na práci s řídicí jednotkou, její ovládání a programování prostřednictvím připojeného počítače. Žáci zobrazují textové a obrazové informace na display, pouštějí různé zvuky a tóny, programují jednotlivá tlačítka řídicí jednotky, orientují se v systému řídicí jednotky Lego Mindstorms EV3.

- Programování pohybu robota

Důležitá část výuky pro další programování pohybu robota. Žáci programují robota tak, aby jezdil podle jejich představ, tj. ujel předem danou vzdálenost, zastavil na barevné značce, projel vyznačenou dráhu. Žáci k programování pohybu robota využívají různé ikony (bloky) pro pohyb robota, které mohou různě nastavovat, a které zároveň umožňují mnoho různých řešení pohybu robota. Žáci si osvojují základní programování pohybu robota, které využívají v další výuce.

- Využití cyklů v pohybu robota

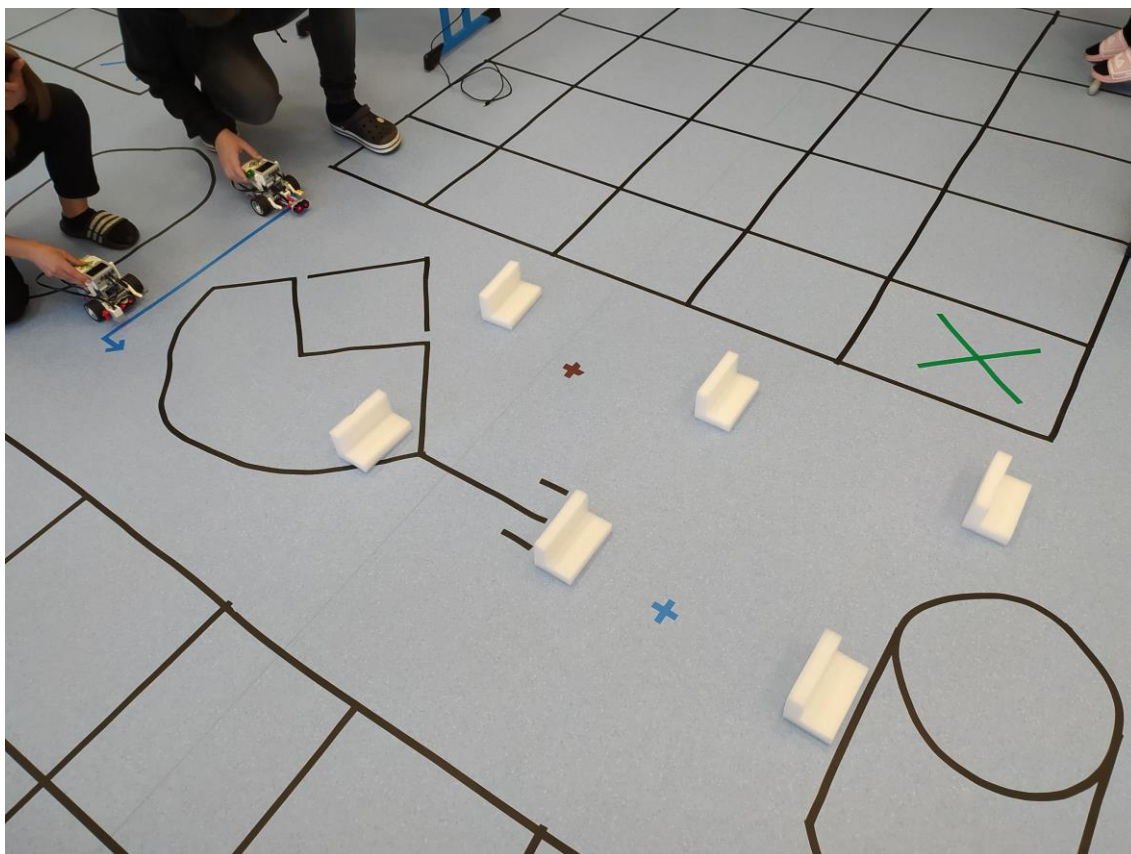
Navazují část výuky, která se zaměřuje na programování opakovaného pohybu robota, ale i reflektuje předchozí znalosti z programování řídicí jednotky a aplikuje na ně cykly. Takto část je důležitá pro žáky a jejich další programování autonomního pohybu robota s využitím různých senzorů.

- Využití větvení a senzorů v pohybu robota

V této části se žáci učí využívat jednotlivé senzory robota, v programu pracují s podmínkami, které využívají k řízení programu, ale i autonomnímu pohybu robota v prostoru. Žáci využívají předchozí znalosti a dovednosti, které využívají při tvorbě programu pro robota.

- Řešení komplexních úloh s využitím robota

Závěrečná část výuky zaměřená na aplikaci znalostí a dovedností získaných z programování robota při jeho autonomním pohybu s využitím senzorů. Žáci řeší komplexní úlohy, kde upravují a vylepšují konstrukci robota, domlouvají se na řešení úlohy a hledají vhodné algoritmy pro jejich řešení úloh.



**Obrázek 11** Žáci řeší úlohu s robotem, při které využívají ultrazvukový senzor pro detekci překážek

Na Obrázku 11 je vidíme žáky při nastavování robota na startovní čáře, můžeme si povšimnout rozdílné konstrukce robotů, kteří mají detekovat překážku, následně ji objet a pokračovat dále v přímém směru. Na Obrázku 11 si můžete dále všimnout různých čar, obrazců a značek, které jsou vytvořeny barevnými páskami a slouží pro výuku a jednotlivé výukové úlohy, například jízda robota po černé čáře.

V průběhu výuky žáci pracovali v menších skupinách ve velikosti 2-3 členů, což je optimální počet pro práci s robotickou stavebnicí, a i žáky preferovaná velikost skupin [2]. Rozdělení do skupin proběhlo dle žákovských preferencí.

#### **4.4.1 Rozdíly ve výuce Experimentální a Kontrolní skupiny**

Žáci v *Kontrolní a Experimentální skupině* využívali stejné robotické stavebnice Lego Mindstorms EV3, které programovali ve stejné desktopové aplikaci LEGO MINDSTORMS Education EV3. Rozložení výukových témat a jejich návaznost byla stejná. Hlavní rozdíl byl v použití projektové výuky v *Experimentální skupině*, která se řídila rozdělením výuky do čtyř fází podle Kratochvílové [19]. Jedná se o tyto fáze: *plánování projektu, realizace projektu, prezentování výstupu projektu a hodnocení*

*projektu*, podrobněji se jim věnujeme v kapitole 2.1.4 Fáze projektové výuky. Projektová výuka byla pro některé žáky nová, a proto to bylo někdy náročnější, především z časového hlediska. Žáci dle návrhů učitele začínali se skupinovým plánováním projektu, kde byla důležitá vzájemná komunikace ve skupině, následovala realizační část, kde už probíhala samotná realizace s robotem a jeho programování. Žáci své projekty v podobě robotů a programových řešení zadaných úloh prezentovali vzájemně svým spolužákům. Tato fáze projektové výuky byla žáky kladně hodnocena. Následovala poslední fáze hodnocení, ve kterém jsme využili vzájemné žákovské hodnocení společně se sebehodnocením.

V *Kontrolních skupinách* probíhala výuka programování také v menších pracovních skupinkách žáků, ovšem výuka byla řízena hromadně jedním vyučujícím, který ovlivňoval její průběh i činnosti žáků.

## 4.5 Posttest – získaná data

Po realizované výuce programování pomocí robotické stavebnice proběhlo druhé testování žákovských kompetencí, které probíhalo stejně, jako první testování. Každá skupina žáků samostatně vyplňovala online test *Dovednosti pro život* v počítačové učebně tak, aby měl na test dostatek času a nebyla rušena. Výsledky testu si žáci mohli zobrazit okamžitě po testu v testovém prostředí ScioDat. V této kapitole již nezobrazujeme získaná data z posttestu v podobě tabulek a grafů, ale zaměřujeme se na jejich porovnání a testování prostřednictvím vhodných testů, které nám umožní rozhodnout o platnostech testovaných hypotéz v jednotlivých ročnících.

### 4.5.1 Ověření výzkumné hypotézy H1 v 6. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme navrhovali použít parametrický Studentův t-test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , ovšem při ověřování normality dat jsme došli ke zjištění, že se nejedná o normálně rozložená data a Studentův t-test nelze pro tato data použít. Proto jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 15 uvádíme získané úrovně žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny* v 6. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní [96]. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$ .



**Tabulka 15 Porovnání výsledků posttestu v oblasti *Řešení problémů* žáků šestého ročníku v *Experimentální skupině* a *Kontrolní skupině***

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	2
žák 2	1	žák 2	1
žák 3	1	žák 3	1
žák 4	2	žák 4	2
žák 5	2	žák 5	1
žák 6	1	žák 6	1
žák 7	2	žák 7	1
žák 8	1	žák 8	2
žák 9	2	žák 9	1
žák 10	1	žák 10	1
žák 11	2	žák 11	3
žák 12	1	žák 12	2
žák 13	2	žák 13	1
žák 14	3	žák 14	1
		žák 15	1
		žák 16	1
		žák 17	3
		žák 18	3
		žák 19	1
		žák 20	1
		žák 21	2

$$T_E = 263$$

$$T_K = 367$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 14$  a  $m = 21$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 294 + 105 - 263 = 136$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 294 + 231 - 367 = 158$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$136 + 158 = 294$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 136$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha;m;n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 21$  a  $n = 14$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;21;14} = 88$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

$$136 \not< 88$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 16) tj. velikost  $n = 35$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 16 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
Experimentální skupina	13	1	14
Kontrolní skupina	18	3	21
Suma	31	4	35

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) pomocí Fisherova kombinatorického testu formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 16) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnáváme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 0,635$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 6. ročníku.

#### 4.5.2 **Ověření výzkumné hypotézy H1 v 7. ročníku**

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 17 uvádíme získané úrovně žáků v testu

*Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny* v 7. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní [96]. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$ .

**Tabulka 17 Porovnání výsledků posttestu v oblasti Řešení problémů žáků šestého ročníku v Experimentální skupině a Kontrolní skupině**

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	3	žák 1	2
žák 2	1	žák 2	2
žák 3	3	žák 3	3
žák 4	2	žák 4	3
žák 5	2	žák 5	1
žák 6	1	žák 6	2
žák 7	1	žák 7	2
žák 8	2	žák 8	3
žák 9	1	žák 9	3
žák 10	2	žák 10	1
žák 11	3	žák 11	1
žák 12	1	žák 12	1
žák 13	3	žák 13	1
žák 14	3	žák 14	1
žák 15	3	žák 15	3
žák 16	2	žák 16	1
žák 17	1		
žák 18	1		

$$T_E = 321,5$$

$$T_K = 273,5$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 18$  a  $m = 16$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 288 + 171 - 321,5 = 137,5$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 288 + 136 - 273,5 = 150,5$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$137,5 + 150,5 = 288$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 137,5$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha;m;n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 16$  a  $n = 18$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;16;18} = 86$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

$$137,5 \not< 86$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 18) tj. velikost  $n = 34$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Yatesovy korekce při výpočtu  $\chi^2$  pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 18 Kontingenční tabulka pro výpočet  $\chi^2$  s použitím Yatesovy korekce**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
<b>Experimentální skupina</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	18
<b>Kontrolní skupina</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	16
<b>Suma</b>	23	11	34

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Provedli jsme výpočet  $\chi^2_Y$  s Yatesovou korekcí podle vzorce:

$$\chi^2_Y = n \frac{(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

Po dosazení hodnot z naší čtyřpolní tabulky (Tabulka 18) pro obě skupiny v sedmém ročníku jsme získali hodnotu  $\chi^2_Y = 0,056$ , kterou porovnááme s tabulkovou hodnotou  $\chi^2_{0,05}(1) = 3,841$  [92]. Zjištěná hodnota  $\chi^2_Y$  je menší než hodnota  $\chi^2_{0,05}(1)$ , proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek test nezávislosti Chí-kvadrát s Yatesovou korekcí pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 7. ročníku.

### 4.5.3 Ověření výzkumné hypotézy H1 v 8. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 19 uvádíme získané úrovně žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny* v 8. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$  [92].

**Tabulka 19 Porovnání výsledků posttestu v oblasti *Řešení problémů* žáků osmého ročníku v *Experimentální skupině* a *Kontrolní skupině***

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	1
žák 2	1	žák 2	2
žák 3	1	žák 3	2
žák 4	1	žák 4	1
žák 5	4	žák 5	2
žák 6	1	žák 6	4
žák 7	1	žák 7	2
žák 8	2	žák 8	3
žák 9	1	žák 9	2
žák 10	1	žák 10	3
žák 11	1	žák 11	4
žák 12	1	žák 12	4
žák 13	3	žák 13	2
žák 14	1	žák 14	3
žák 15	2	žák 15	3
žák 16	1	žák 16	3
žák 17	2	žák 17	2
		žák 18	1
		žák 19	2

$$T_E = 239$$

$$T_K = 427$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 17$  a  $m = 19$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 323 + 153 - 239 = 237$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 323 + 190 - 427 = 86$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$237 + 86 = 323$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 86$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha; m; n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 19$  a  $n = 17$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05; 19; 17} = 99$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

$$86 < 99$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **odmítáme a přijímáme alternativní hypotézu  $H_{A1}$** , a platí, že, *mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test, a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 20) tj. velikost  $n = 36$  a počet teoretických četností



menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 20** Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
<b>Experimentální skupina</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	17
<b>Kontrolní skupina</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	19
<b>Suma</b>	26	10	36

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) pomocí Fisherova kombinatorického testu formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 20) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnááme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 0,065$ , která je mírně vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku vyvrátil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 8. ročníku, a proto se držíme rozhodnutí a hypotézu  $H_{01}$  neodmítáme a přijímáme.

#### 4.5.4 Ověření výzkumné hypotézy H1 v 9. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 21 uvádíme získané úrovně žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v porovnání *Experimentální* a *Kontrolní skupiny* v 9. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$  [92].

**Tabulka 21 Porovnání výsledků posttestu v oblasti Řešení problémů žáků devátého ročníku v Experimentální skupině a Kontrolní skupině**

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	2	žák 1	4
žák 2	2	žák 2	3
žák 3	1	žák 3	2
žák 4	2	žák 4	1
žák 5	2	žák 5	3
žák 6	3	žák 6	4
žák 7	2	žák 7	2
žák 8	2	žák 8	1
žák 9	3	žák 9	2
žák 10	2	žák 10	1
žák 11	4	žák 11	2
žák 12	2	žák 12	3
žák 13	3	žák 13	4
žák 14	3	žák 14	2
žák 15	2	žák 15	2
žák 16	2	žák 16	1
		žák 17	2
		žák 18	2

$$T_E = 288,5$$

$$T_K = 306,5$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 16$  a  $m = 18$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 288 + 136 - 288,5 = 135,5$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 288 + 171 - 306,5 = 152,5$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$135,5 + 152,5 = 288$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 135,5$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha;m;n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 18$  a  $n = 16$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;18;16} = 86$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

$$135,5 \not< 86$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní bodů dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 22) tj. velikost  $n = 34$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Yatesovy korekce při výpočtu  $\chi^2$  pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 22 Kontingenční tabulka pro výpočet  $\chi^2$  s použitím Yatesovy korekce**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
Experimentální skupina	11	5	16
Kontrolní skupina	12	6	18
Suma	23	11	34

K ověření platnosti hypotézy H1 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Provedli jsme výpočet  $\chi^2_Y$  s Yatesovou korekcí podle vzorce:

$$\chi^2_Y = n \frac{(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

Po dosazení hodnot z naší čtyřpolní tabulky (Tabulka 22) pro obě skupiny v sedmém ročníku jsme získali hodnotu  $\chi^2_Y = 0,056$ , kterou porovnáváme s tabulkovou hodnotou  $\chi^2_{0,05}(1) = 3,841$  [92]. Zjištěná hodnota  $\chi^2_Y$  je menší než hodnota  $\chi^2_{0,05}(1)$ , proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní bodů získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní bodů dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek test nezávislosti Chí-kvadrát s Yatesovou korekcí pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 9. ročníku.

#### 4.5.5 Ověření výzkumné hypotézy H2 v 6. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 23 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a posttestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině*

v 6. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_{Pr}$  a  $T_{Po}$  [96].

**Tabulka 23 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti Řešení problémů žáků šestého ročníku v Experimentální skupině**

Pretest		Posttest	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	1
žák 2	1	žák 2	1
žák 3	2	žák 3	1
žák 4	2	žák 4	2
žák 5	1	žák 5	2
žák 6	1	žák 6	1
žák 7	2	žák 7	2
žák 8	3	žák 8	1
žák 9	1	žák 9	2
žák 10	3	žák 10	1
žák 11	1	žák 11	2
žák 12	1	žák 12	1
žák 13	1	žák 13	2
žák 14	1	žák 14	3

$$T_{Pr} = 193,5$$

$$T_{Po} = 212,5$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 14$  a  $m = 14$ .

$$T_{Pr} + T_{Po} = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_{Pr} = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_{Pr} = 196 + 105 - 193,5 = 107,5$$

$$U_{Po} = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_{Po} = 196 + 105 - 212,5 = 88,5$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_{Pr} + U_{Po} = nm$$

$$107,5 + 88,5 = 196$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_{Pr}, U_{Po}) = 88,5$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha;m;n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 14$  a  $n = 14$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;14;14} = 55$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

$$88,5 \not< 50$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 24) tj. velikost  $n = 28$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 24 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu**

Test	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
Pretest	12	2	14
Posttest	13	1	14
Suma	25	3	28

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) pomocí Fisherova kombinatorického testu formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 24) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnááme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 1,000$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání pretestu a posttestu *Experimentální skupiny* v 6. ročníku.

#### 4.5.6 Ověření výzkumné hypotézy H2 v 7. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 25 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a posttestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině* v 7. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet



Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_{Pr}$  a  $T_{Po}$  [96].

**Tabulka 25 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti *Řešení problémů* žáků sedmého ročníku v *Experimentální skupině***

Pretest		Posttest	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	3
žák 2	1	žák 2	1
žák 3	2	žák 3	3
žák 4	2	žák 4	2
žák 5	1	žák 5	2
žák 6	2	žák 6	1
žák 7	1	žák 7	1
žák 8	2	žák 8	2
žák 9	1	žák 9	1
žák 10	2	žák 10	2
žák 11	3	žák 11	3
žák 12	2	žák 12	1
žák 13	4	žák 13	3
žák 14	3	žák 14	3
žák 15	1	žák 15	3
žák 16	3	žák 16	2
žák 17	1	žák 17	1
žák 18	1	žák 18	1

$$T_{Pr} = 319$$

$$T_{Po} = 347$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 18$  a  $m = 18$ .

$$T_{Pr} + T_{Po} = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_{Pr} = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_{Pr} = 324 + 171 - 319 = 176$$

$$U_{Po} = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_{Po} = 324 + 171 - 347 = 148$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_{Pr} + U_{Po} = nm$$

$$176 + 148 = 324$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_{Pr}, U_{Po}) = 148$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha;m;n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 18$  a  $n = 18$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;18;18} = 99$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

$$148 \not< 99$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 26) tj. velikost  $n = 36$  a počet teoretických četností menších než 5, zjišťujeme, že tabulka obsahuje dvě teoretické četnosti s hodnotou 5, což je hraniční hodnota a proto pro jistotu ověření přistupujeme k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku a výpočet  $\chi^2$  pro čtyřpolní tabulku s Yatesovou korekcí [92, 93].

**Tabulka 26 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu a  $\chi^2$  použití Yatesovy korekce**

Test	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profik, specialista	
Pretest	14	4	18
Posttest	12	6	18
Suma	26	10	36

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 26) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnáváme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 0,711$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření jsem na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  provedli výpočet  $\chi^2$  s Yatesovou korekcí podle vzorce:

$$\chi^2 = n \frac{(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

Po dosazení hodnot z naší čtyřpolní tabulky (Tabulka 26) pro oba testy *Experimentální skupiny* v sedmém ročníku jsme získali hodnotu  $\chi^2 = 0,139$ , kterou porovnáváme s tabulkovou hodnotou  $\chi^2_{0,05}(1) = 3,841$  [92]. Zjištěná hodnota  $\chi^2$  je menší než hodnota  $\chi^2_{0,05}(1)$ , proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu a výsledek testu nezávislosti Chí-kvadrát s Yatesovou korekcí pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání pretestu a posttestu *Experimentální skupiny* v 7. ročníku.

#### 4.5.7 Ověření výzkumné hypotézy H2 v 8. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 27 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a posttestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině* v 8. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli T<sub>Pr</sub> a T<sub>Po</sub> [96].

**Tabulka 27 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti *Řešení problémů* žáků osmého ročníku v *Experimentální skupině***

Pretest		Posttest	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	2	žák 1	1
žák 2	2	žák 2	1
žák 3	1	žák 3	1
žák 4	2	žák 4	1
žák 5	3	žák 5	4
žák 6	2	žák 6	1
žák 7	2	žák 7	1
žák 8	2	žák 8	2
žák 9	2	žák 9	1
žák 10	1	žák 10	1
žák 11	1	žák 11	1
žák 12	1	žák 12	1
žák 13	3	žák 13	3
žák 14	1	žák 14	1
žák 15	2	žák 15	2
žák 16	1	žák 16	1
žák 17	2	žák 17	2

$$T_{Pr} = 341,5$$

$$T_{Po} = 253,5$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 17$  a  $m = 17$ .

$$T_{Pr} + T_{Po} = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_{Pr} = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_{Pr} = 289 + 153 - 341,5 = 100,5$$

$$U_{Po} = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_{Po} = 289 + 153 - 253,5 = 188,5$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_{Pr} + U_{Po} = nm$$

$$100,5 + 188,5 = 289$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_{Pr}, U_{Po}) = 100,5$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha; m; n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 17$  a  $n = 17$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05; 17; 17} = 87$ , kterou porovnáváme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

$$100,5 \not< 87$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 28) tj. velikost  $n = 34$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 28 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu**

Test	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profik, specialista	
Pretest	15	2	17
Posttest	15	2	17
Suma	30	4	34

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 28) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnáváme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 1,000$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání pretestu a posttestu *Experimentální skupiny* v 8. ročníku.

#### 4.5.8 Ověření výzkumné hypotézy H2 v 9. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 29 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a posttestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině* v 8. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_{Pr}$  a  $T_{Po}$  [96].

**Tabulka 29 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti *Řešení problémů* žáků devátého ročníku v *Experimentální skupině***

Pretest		Posttest	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	3	žák 1	2
žák 2	3	žák 2	2
žák 3	1	žák 3	1
žák 4	2	žák 4	2
žák 5	2	žák 5	2
žák 6	4	žák 6	3
žák 7	2	žák 7	2
žák 8	3	žák 8	2
žák 9	1	žák 9	3
žák 10	2	žák 10	2
žák 11	4	žák 11	4
žák 12	3	žák 12	2
žák 13	1	žák 13	3
žák 14	3	žák 14	3
žák 15	2	žák 15	2
žák 16	1	žák 16	2

$$T_{Pr} = 264$$

$$T_{Po} = 264$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 16$  a  $m = 16$ .

$$T_{Pr} + T_{Po} = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_{Pr}$  a  $U_{Po}$

$$U_{Pr} = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_{Pr} = 256 + 136 - 264 = 128$$

$$U_{Po} = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_{Po} = 256 + 136 - 264 = 128$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_{Pr} + U_{Po} = nm$$

$$128 + 128 = 256$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_{Pr}, U_{Po}) = 128$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha; m; n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 16$  a  $n = 16$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05; 16; 16} = 75$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

$$128 \not< 75$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 30) tj. velikost  $n = 32$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Yatesovy korekce při výpočtu  $\chi^2$  pro čtyřpolní tabulku [92, 93].



**Tabulka 30 Kontingenční tabulka pro výpočet  $\chi^2$  s použitím Yatesovy korekce**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profik, specialista	
Experimentální skupina	9	7	16
Kontrolní skupina	11	5	16
Suma	20	12	32

K ověření platnosti hypotézy H2 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Provedli jsme výpočet  $\chi^2_Y$  s Yatesovou korekcí podle vzorce:

$$\chi^2_Y = n \frac{(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

Po dosazení hodnot z naší čtyřpolní tabulky (Tabulka 30) pro obě skupiny v sedmém ročníku jsme získali hodnotu  $\chi^2_Y = 0,133$ , kterou porovnááme s tabulkovou hodnotou  $\chi^2_{0,05}(1) = 3,841$  [92]. Zjištěná hodnota  $\chi^2_Y$  je menší než hodnota  $\chi^2_{0,05}(1)$ , proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek testu nezávislosti Chí-kvadrát s Yatesovou korekcí pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 9. ročníku.

#### 4.5.9 Ověření výzkumné hypotézy H3 v 6. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 31 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a posttestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině* v 6. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$  [96].

**Tabulka 31 Porovnání výsledků posttestu v oblasti *Vztahy a komunikace* žáků šestého ročníku v *Experimentální skupině* a *Kontrolní skupině***

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	2
žák 2	1	žák 2	1
žák 3	1	žák 3	2
žák 4	1	žák 4	2
žák 5	3	žák 5	1
žák 6	1	žák 6	1
žák 7	1	žák 7	4
žák 8	1	žák 8	1
žák 9	2	žák 9	1
žák 10	1	žák 10	1
žák 11	1	žák 11	3
žák 12	1	žák 12	1
žák 13	2	žák 13	1
žák 14	2	žák 14	3
		žák 15	1
		žák 16	1
		žák 17	2
		žák 18	3
		žák 19	1
		žák 20	1
		žák 21	1

$$T_E = 233,5$$

$$T_K = 396,5$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 14$  a  $m = 21$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 294 + 105 - 233,5 = 165,5$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 294 + 220,5 - 396,5 = 128,5$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$165,5 + 128,5 = 294$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 128,5$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha;m;n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 21$  a  $n = 14$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;21;14} = 88$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha;m;n}$$

$$128,5 \not< 88$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 32) tj. velikost  $n = 35$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 32 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
Experimentální skupina	13	1	14
Kontrolní skupina	17	4	21
Suma	30	5	35

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 32) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnáváme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 0,627$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 6. ročníku.

#### 4.5.10 Ověření výzkumné hypotézy H3 v 7. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 33 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a postestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině* v 6. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$  [96].

**Tabulka 33 Porovnání výsledků posttestu v oblasti *Vztahy a komunikace* žáků sedmého ročníku v *Experimentální skupině* a *Kontrolní skupině***

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	1
žák 2	1	žák 2	1
žák 3	2	žák 3	1
žák 4	1	žák 4	2
žák 5	1	žák 5	1
žák 6	1	žák 6	3
žák 7	1	žák 7	1
žák 8	1	žák 8	3
žák 9	1	žák 9	1
žák 10	1	žák 10	1
žák 11	1	žák 11	1
žák 12	1	žák 12	1
žák 13	1	žák 13	1
žák 14	3	žák 14	2
žák 15	4	žák 15	2
žák 16	3	žák 16	2
žák 17	1		
žák 18	1		

$$T_E = 299$$

$$T_K = 296$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 18$  a  $m = 16$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 288 + 171 - 299 = 160$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m+1) - T_K = 288 + 136 - 296 = 128$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$160 + 128 = 288$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 128$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha; m; n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 16$  a  $n = 18$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05;16;18} = 86$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

$$128 \not< 86$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 34) tj. velikost  $n = 34$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 34 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
<b>Experimentální skupina</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	18
<b>Kontrolní skupina</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	16
<b>Suma</b>	29	5	34

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 34) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnáváme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 1,000$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 7. ročníku.



#### 4.5.11 Ověření výzkumné hypotézy H3 v 8. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 35 uvádíme získané úrovně žáků v pretestu a posttestu *Dovednosti pro život* pro oblast *Řešení problémů* v *Experimentální skupině* v 6. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli T<sub>E</sub> a T<sub>K</sub> [96].

**Tabulka 35 Porovnání výsledků posttestu v oblasti *Vztahy a komunikace* žáků osmého ročníku v *Experimentální skupině* a *Kontrolní skupině***

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	2	žák 1	1
žák 2	1	žák 2	1
žák 3	1	žák 3	2
žák 4	1	žák 4	2
žák 5	2	žák 5	1
žák 6	1	žák 6	1
žák 7	1	žák 7	2
žák 8	3	žák 8	1
žák 9	1	žák 9	1
žák 10	1	žák 10	2
žák 11	1	žák 11	3
žák 12	2	žák 12	1
žák 13	1	žák 13	1
žák 14	1	žák 14	2
žák 15	1	žák 15	1
žák 16	1	žák 16	1
žák 17	1	žák 17	1
		žák 18	1
		žák 19	1

$$T_E = 302,5$$

$$T_K = 363,5$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 17$  a  $m = 19$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 323 + 153 - 302,5 = 173,5$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 323 + 190 - 363,5 = 149,5$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$173,5 + 149,5 = 323$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 149,5$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha; m; n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 19$  a  $n = 17$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05; 19; 17} = 99$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

$$149,5 < 99$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty

ve vytvořené tabulce (Tabulka 36) tj. velikost  $n = 36$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 36 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
Experimentální skupina	16	1	17
Kontrolní skupina	18	1	19
Suma	34	2	36

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Z vytvořené tabulky (Tabulka 36) realizujeme výpočty pravděpodobnosti pro jednotlivé konfigurace tabulky, které následně sečteme, čímž získáme výslednou pravděpodobnost. Hodnotu výsledné pravděpodobnosti porovnáváme se zvolenou hodnotou hladiny významnosti  $\alpha = 0,05$ , a rozhodneme se o přijetí nebo odmítnutí hypotézy. Pro naši tabulku je hodnota výsledné pravděpodobnosti  $p = 1,000$ , která je vyšší než  $\alpha = 0,05$  a proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek Fisherova kombinatorického testu pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 8. ročníku.

#### 4.5.12 Ověření výzkumné hypotézy H3 v 9. ročníku

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

$H_{01}$ : Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

$H_{A1}$ : Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

K ověření hypotéz jsme zvolili neparametrický dvouvýběrový Mann-Whitneyho test na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V Tabulce 37 uvádíme získané úrovně žáků v testu *Dovednosti pro život* pro oblast *Vztahy a komunikace* v porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 9. ročníku. Jména studentů jsou anonymizována. Z této tabulky jsme pro další výpočet Mann-Whitneyho testu sestavili tabulku sdruženého pořadí jednotlivých žáků dle jejich získaných úrovní. Následně z této tabulky pomocí vzorce jsme spočetli  $T_E$  a  $T_K$  [96].

Tabulka 37 Porovnání výsledků posttestu v oblasti Vztahy a komunikace žáků devátého ročníku v *Experimentální skupině* a *Kontrolní skupině*

Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Žák	Úroveň	Žák	Úroveň
žák 1	1	žák 1	4
žák 2	1	žák 2	5
žák 3	1	žák 3	1
žák 4	1	žák 4	2
žák 5	5	žák 5	2
žák 6	3	žák 6	3
žák 7	5	žák 7	2
žák 8	3	žák 8	1
žák 9	2	žák 9	2
žák 10	1	žák 10	2
žák 11	4	žák 11	2
žák 12	2	žák 12	4
žák 13	1	žák 13	4
žák 14	5	žák 14	2
žák 15	1	žák 15	3
žák 16	2	žák 16	1
		žák 17	4
		žák 18	1

$$T_E = 257$$

$$T_K = 338$$

Následně jsme provedli kontrolní výpočty a ověřili platnost vztahu, kde  $n = 16$  a  $m = 18$ .

$$T_E + T_K = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1)$$

Následoval výpočet  $U_E$  a  $U_K$

$$U_E = nm + \frac{1}{2}n(n + 1) - T_E = 288 + 136 - 257 = 167$$

$$U_K = nm + \frac{1}{2}m(m + 1) - T_K = 288 + 171 - 338 = 121$$

Následně jsme provedli další kontrolní výpočty a ověřili platnost.

$$U_E + U_K = nm$$

$$167 + 121 = 288$$

Zároveň jsme určili testovací kritérium podle:

$$U = \min(U_E, U_K) = 121$$

Kritický obor:

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

Hodnotu  $w_{\alpha; m; n}$  zjišťujeme pro konkrétní hodnoty  $\alpha = 0,05$ ;  $m = 18$  a  $n = 16$  v tabulkách Mann-Whitneyho testu [97]. Zjištěná hodnota z tabulek je  $w_{0,05; 18; 16} = 86$ , kterou porovnááme a zjišťujeme.

$$U < w_{\alpha; m; n}$$

$$121 \not< 86$$

Proto hypotézu  $H_{01}$  **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní bodů dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Pro ověření výsledků Mann-Whitneyho testu jsme navrhli použít další test a to test nezávislosti Chí-kvadrát pro čtyřpolní tabulku, kterou jsme vytvořili na základě pravidel o slučování sloupců a řádků v kontingenční tabulce. Ovšem s ohledem na hodnoty ve vytvořené tabulce (Tabulka 38) tj. velikost  $n = 34$  a počet teoretických četností menších než 5, musíme přistoupit k použití Yatesovy korekce při výpočtu  $\chi^2$  pro čtyřpolní tabulku [92].

**Tabulka 38 Kontingenční tabulka pro výpočet  $\chi^2$  s použitím Yatesovy korekce**

Skupina	sdružená úroveň		Suma
	začátečník, průzkumník	objevitel, profík, specialista	
Experimentální skupina	10	6	16
Kontrolní skupina	11	7	18
Suma	21	13	34

K ověření platnosti hypotézy H3 (*Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně personální kompetence, než žáci vyučovaní tradičním způsobem.*) opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>A1</sub>: Mezi dosaženými průměry v obou skupinách je statisticky významný rozdíl.

Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Provedli jsme výpočet  $\chi^2_Y$  s Yatesovou korekcí podle vzorce:

$$\chi^2_Y = n \frac{(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

Po dosazení hodnot z naší čtyřpolní tabulky (Tabulka 38) pro obě skupiny v devátém ročníku jsme získali hodnotu  $\chi^2_Y = 0,073$ , kterou porovnááme s tabulkovou hodnotou  $\chi^2_{0,05}(1) = 3,841$  [92]. Zjištěná hodnota  $\chi^2_Y$  je menší než hodnota  $\chi^2_{0,05}(1)$ , proto hypotézu H<sub>01</sub> **neodmítáme a přijímáme**, tedy platí že, *mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v Experimentální skupině a průměrnou úrovní bodů dosaženou v Kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl.*

Výsledek test nezávislosti Chí-kvadrát s Yatesovou korekcí pro čtyřpolní tabulku ověřil platnost výsledku Mann-Whitneyova testu pro porovnání *Experimentální a Kontrolní skupiny* v 9. ročníku.

## 4.6 Rozhovory s žáky

Po skončení výuky programování pomocí robotické stavebnice jsme s žáky realizovali rozhovory, které jsme nahrávali. Z každé skupiny byl náhodně vybrán jeden žák nebo žákyně, která byla následně tázána podle předem připravené struktury otázek. Každý z realizovaných rozhovorů byl následně doslovně přepsán do elektronické podoby, potom následovala anonymizace žakovských jmen a údajů. Odpovědi žáku jsme dále sumarizovali a seskupovali podle otázek a kategorií. Vybrané části rozhovorů uvádíme v následující kapitole, kde jsme je využili k dokreslení a diskusi celkových výsledků výzkumného šetření realizovaného v rámci této práce.

## 4.7 Diskuse výsledků

Na začátku kapitoly *Výzkumné šetření* uvádíme a stanovujeme výzkumné cíle, které v této kapitole postupně prodiskutujeme společně s výzkumnými otázkami a jejich zjištěními. První výzkumný cíl, se zaměřuje na informatické myšlení žáků při výuce programování robotických stavebnic.

VC1: Analyzovat vliv výuky programování robotických stavebnic na žákovské kompetence v oblastech informatického myšlení.

Pro tento výzkumný cíl jsme si stanovili výzkumnou otázku.

VO1: Jak ovlivňuje výuka programování s robotickou stavebnicí žákovské kompetence v oblastech informatického myšlení?

Pro hledání odpovědi na tuto otázku spojujeme výsledky z kvantitativního testování žáků prostřednictvím testu *Dovednosti pro život* a kvalitativní rozhovory vedené s žáky. Protože tato výzkumná otázka úzce souvisí s dalšími výzkumnými otázkami a k jejímu řešení využíváme i odpovědi získané na další výzkumné otázky VO2 a VO3. Přesouváme diskusi výsledků výzkumné otázky VO1 na závěr této kapitoly.

V případě druhého stanoveného výzkumného cíle VC2, který je uveden níže, máme stanovenou výzkumnou otázku VO2.

VC2: Analyzovat vliv projektové výuky programování robotických stavebnic na žákovskou kompetenci k řešení problémů.

VO2: Jak ovlivňuje projektová výuka programování s robotickou stavebnicí žákovskou kompetenci k řešení problémů?

Ke zjištění využíváme výsledky kvantitativní testování žáků pomocí testu *Dovednosti pro život*, které jsme využili k ověřování stanovených hypotéz, v tomto případě výzkumné hypotézy H1 a H2.

H1: Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí jsou úspěšnější při řešení testu řešení problémů než žáci vyučovaní tradičním způsobem.

H2: Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí dosahují vyššího rozvoje kompetence k řešení problémů.



V tomto případě jsme provedli postupné otestování těchto hypotéz prostřednictvím Mann-Whitneyho testu s využitím získaných dat z pretestu a posttestu a jednotlivých pozorovaných skupin, v každém sledovaném ročníku. V šestém ročníku se nám nepodařilo na základě Mann-Whitneyho testu, ani Fisherova kombinatorického testu ověřit nárůst nebo zlepšení žákovské kompetence k řešení problémů a přijímáme stanovené nulové hypotézy.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

H<sub>02</sub>: Mezi průměrnou úrovní z pretestu dovedností a průměrnou úrovní z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* není statisticky významný rozdíl.

Obdobné statistické výsledky, které vedly k přijetí stanovených nulových hypotéz H<sub>01</sub> a H<sub>02</sub> jsme zjistili i v ostatních sledovaných ročnících. Podle statistického testování kvalitativních dat nemůžeme říci, že by projektová výuka programování s robotickou stavebnicí prokazatelně ovlivňovala žákovskou kompetenci k řešení problémů. Tyto faktory jsou jistě ovlivněny limity této práce, délka praktického výzkumného šetření, hygienická situace a atmosféra ve školách v období testování žáků, více se omezením a limitům věnujeme v kapitole *Limity práce*. Při rozhovorech se žáky byly doslovné odpovědi na základní otázku: „**Jak jste řešili problémy?**“ následující: „*No pokusili jsme se najít, kde ten problém vlastně je a pak ho vyřešit. No prošli jsme si celý ten kód, co jsme si vytvořili a pustili jsme si to znova, a když někde ten robot udělal odchylku, tak jsme zjistili, kde to v tom programu je a nahradili jsme to něčím jiným.*“. Nejprve žáci identifikovali problém, pracovali s chybou a ladili vytvořený program (algoritmus). V dalším postupu byla viditelná vytrvalost žákyň, která je součástí informatického myšlení: „*No snažily jsme ho programovat, tak dlouho, než se nám to nepovedlo, prostě. Snažily jsme se*“. Další skupina žáků využívala princip informatického myšlení pokus-omyl pracující s chybou: „*My jsme vždycky to nechali jet rovně a pak jak to došlo do toho určitého bodu, jsme počítali ty sekundy a vždycky jsme to přenastavovali, aby to jelo rychleje, když jsme chtěli, nebo když nám to třeba nevycházelo, tak jsme ubrali třeba trochu času. No takže takhle, až jsme to úplně vypilovali, že to bylo podle toho zadání*“. Někdy žáci využili i pomoci ostatních spolužáků ve třídě: „*No zašli jsme pro pomoc nebo jsme se snažili najít co nejvíce způsobů, kterými by to mohlo jít*“. Při řešení problémů na společném projektu nebo úkolu je důležitá komunikace a plánování, při kterém se žáci

domluví na společném postupu a realizaci řešení daného problému. Jak uvádí žák z 8. ročníku v *Experimentální skupině*: „No tak rozdělili jsme si práci a komunikovali jsme pořád. Většinou jsme se domluvili, co budeme dělat a když se vyskytl problém, tak jsme ho vyřešili no. Většinou jsme se sešli na kompromisu nějakým.“. Z odpovědí žáku a jejich pozorování při práci na společných úlohách a jejich řešení musíme jednoznačně říci, že projektová výuka programování pomocí robotické stavebnice pozitivně ovlivňuje žákovskou kompetenci k řešení problémů, rozvíjí ji a prohlubuje. Pouze nedokážeme kvantitativně popsat míru tohoto pozitivního rozvoje žákovské kompetence k řešení problémů.

V případě třetího stanoveného výzkumného cíle VC3, máme stanovenou výzkumnou otázku VO3.

VO3: Jak ovlivňuje projektová výuka programování s robotickou stavebnicí žákovské kompetence komunikační a sociálně-personální?

Ke zjištění využíváme výsledky kvantitativní testování žáků pomocí testu *Dovednosti pro život*, které jsme využili k ověřování stanovených hypotéz, v tomto případě výzkumné hypotézy H3.

H3: Žáci vyučovaní projektovou výukou programování s robotickou stavebnicí prokazují vyšší úroveň z testu zaměřeného na komunikační a sociálně-personální kompetence než žáci vyučovaní tradičním způsobem.

I v tomto případě jsme provedli otestování této hypotézy prostřednictvím Mann-Whitneyho testu s využitím získaných dat z posttestu pro *Experimentální skupinu* a *Kontrolní skupinu* v každém sledovaném ročníku. V šestém ročníku se nám nepodařilo na základě Mann-Whitneyho testu, ani Fisherova kombinatorického testu ověřit nárůst nebo zlepšení žákovské kompetence k řešení problémů a přijímáme stanovenou nulovou hypotézu.

H<sub>01</sub>: Mezi průměrnou úrovní získanou z posttestu dovedností dosaženou v *Experimentální skupině* a průměrnou úrovní dosaženou v *Kontrolní skupině* není statisticky významný rozdíl.

Obdobné statistické výsledky, které vedli k přijetí stanovené nulové hypotézy H<sub>01</sub> jsme zjistili i v ostatních sledovaných ročnících. Podle statistického testování kvalitativních dat nemůžeme říci, že by projektová výuka programování s robotickou stavebnicí prokazatelně ovlivňovala žákovskou kompetenci k řešení problémů. Je možné, že tyto

výsledky ovlivnily limity této práce. Ovšem z pozorování žáků při výuce programování, při spolupráci a komunikaci ve skupině na společném projektu, vyplívá něco jiného. Odpovědi na hlavní otázku ***Jak jste spolupracovali a komunikovali ve skupině?*** jsou například: „*Komunikace byla jednoduchá, my se s O... známe dobře, a tak jsem si tak sedli dobře u tohodle zrovna. Jo docela jo, třeba jsme někomu i radili, jak to nastavit něco tam má jako dávat. Říkali jsme si, jak nám to jde, nebo jsme si docela i radili.*“ nebo „*No domlouvali jsme se, kdo co bude dělat, takže ona d'ála hlavně na počítači a já jsme pak toho robota pouštěla.*“. Komunikace žáků ve skupině směřovala ke spolupráci na společném projektu. Vzájemnou komunikaci a spolupráci ovlivňovalo i rozdělení žáků do skupin podle preferencí žáků: „*Hmm jo, my se bavíme i ve škole, vždycky když si nevíme rady, tak se poradíme navzájem, takže si rozumíme spolu. Vždycky jsme se domluvili mezi sebou*“, ale ne vždy to bylo ideální, jak říkal jeden žák z deváté třídy: „*Si myslím, že to bylo jednosměrný, že jsme žádný kompromisy ned'áli*“. S kvalitou komunikace souvisel i postup při řešení úlohy s robotem: „*ten co pouštěl robota, jako tak dycky, třeba M... mi dycky dodávala ty informace, že to mám třeba zkrátit nebo ti víc zrychlit třeba. Ten, co pouštěl robota, dodával ty informace. Jo bylo to dobrý. Jsme to třeba přepískli o pár stupňů nebo o pár sekund, ale pak jsme to vypilovali úplně dobře.*“. Spolupráce žáků probíhala v rámci skupiny na řešení projektu nebo úlohy, můžeme se setkat i se spoluprací v rámci třídy. Ke které docházelo nejčastěji v případě nejasností a potřeby pomoci: „*No, třeba jsme jim řekli, že něco maj blbě a že tam maj třeba dát třeba políčko, nebo že to maj dělat na ten čas, aby jim to jelo líp. Takže takhle jsme si pomáhali všichni navzájem asi*“, docházelo tomu napříč ročníky, takže se nejednalo o nic ojedinělého: „*Jo, vždycky když jsme něčemu nerozuměli, tak jsme se zeptali, a tak jsme šli třeba do jiný skupinky a jak to dělají oni. A zeptali jsme se, jak to dělají oni a pak jsme to zkoušeli podobně*“ jak tvrdí žákyně z 9. třídy. Z rozhovorů s žáky a pozorování jejich činnosti při výuce, jejich aktivitě v rámci komunikace a spolupráce ve skupině plyne, že projektová výuka v *Experimentální skupině* více ovlivňuje, procvičuje a prohlubuje žákovské kompetence komunikační a sociálně-personální, než je tomu v *Kontrolní skupině* žáků. Opět pouze nedokážeme kvantitativně popsat míru tohoto pozitivního rozvoje žákovských kompetencí.

Na tomto místě se vracíme k první výzkumné otázce, která zní následovně.

VO1: Jak ovlivňuje výuka programování s robotickou stavebnicí žákovské kompetence v oblastech informatického myšlení?

Předchozí dvě zkoumané oblasti kompetencí jsou součástí principů infromatického myšlení [98] a úzce souvisí s řešením této výzkumné otázky. Statistické testování kvantitativních dat získaných z testu *Dovednosti pro život* nepřineslo prokazatelné ovlivnění jednotlivých žákovských kompetencí. Proto se dále zaměřujeme na kvalitativní šetření v podobě rozhovorů se žáky, byly doslovné odpovědi na otázku: „**Jak jste programovali úlohy s roboty?**“ následující: „*No prve jsme si to rozplánovali, použili jsme funkce, které jsme se naučili používat předem a no, celé jsme to sestavili.*“. To je přímo ukázkové použití infromatického myšlení u žáků. Pro některé žáky a žákyně to bylo první setkání s programováním a infromatickým myšlením: „*To byla úplně první moje zkušenost. To jak jsme, programovali, tak to bylo úplně poprví prakticky. No nejdřív to působilo složitě, ale potom když jsme si to vysvětlili, tak bylo potom takový jednodušší.*“. Většinou to bylo z pohledu žáků hodnoceno pozitivně: „*Ne, to byly první zkušenosti. No jako jo, bylo to dobrý, takový zajímavý.*“, u žákyně to bylo podobné: „*Mě bavilo víc to na tom počítači, jako to programování*“. Bylo tomu také z důvodu zažití vlastního úspěchu při řešení školní úlohy, což je pro některé žáky skoro nedosažitelné. V případě řešení programovací úlohy s robotem, to bylo i velmi zábavné: „*No nejzábavnější bylo to, když se nám to nedařilo a potom se nám to podařilo, tak z toho jsme měli největší radost. Když jsme třeba programovali.*“, v tomto případě bylo důležité mít vytrvalost a nevzdávat se hned po prvním neúspěchu a hledat další řešení, což jsou prvky infromatického myšlení, na které se zaměřujeme. Vytrvalost ve výuce programování s robotickými stavebnicemi je důležitá vlastnost, které se učí žáci postupně a pro některé je to náročné, ale zábavné, jak dokládá jedna žákyně: „*Nejnáročnější bylo asi dělat, aby ten robot se otočil a jel zpátky, protože jako dělat, aby se otočil přesně o, jako o těch stupňů, kolik jsme chtěli, tak jako napočítat to a takhle, jsme to museli zkoušet snad šestkrát, aby to vyšlo.*“ Když jsi to zkoušela takhle opakovaně, třeba když jsi tam šla po páté, pořád tě to bavilo? „*Jo, jako jo, mě to bavilo.*“. Pro některé žáky byl čas vymezený pro výuku krátký, což se projevuje především při práci na větších projektech, kdy žáci mají velké představy, které se jim ve vymezeném čase nepodaří realizovat v plánovaném rozsahu: „*Nás bavilo všechno, bylo by lepší, když bysme to měli dýl. Tak když bysme mohli nad tím strávit víc času, nad každým tím úkolem, a to je tak asi všechno*“.

Pro některé žáky je práce s roboty, počítači a moderními technologiemi náročná samo o sobě, natož, když mají řešit nějaké „složitě“ úlohy v programování, ovšem je stále méně

žáků, kteří si s technikou nerozumí, nebo se jí bojí. Jedna žákyně uvedla: „*No já jako že s tou technologií jako tím programováním celkem nejsme moc kamarádi, ale nebylo tam jako nic, co by mělo jít mimo mě, úplně. Bylo to zajímavý, ale s technikou nejsme moc kamarádi.*“ přesto dokázala svého robota naprogramovat a řešit s ním úlohy.

Ohledně budoucích preferencí žáci chtějí pracovat s roboty v menších skupinách o velikost 2-3 členů. Usnadňuje jim to komunikaci, spolupráci na řešení společných úloh: „*Asi spíš v těch dvou, když by nás bylo víc, tak by sme se nemuseli shodnout na něčem*“. Další žakovskou preferencí bylo časové rozšíření, kdy někteří žáci preferují větší časovou dotaci, především chtějí čas pro tvorbu svých projektů: „*bylo by lepší, když bysme to měli dýl*“. S ohledem na to, že základní škola začala vyučovat nové pojetí informatiky podle revidovaného RVP, tak se žáci mohou těšit na větší hodinovou dotaci ve výuce informatiky, kde budou mimo jiné pracovat se stejnými roboty na dalších úlohách a projektech.

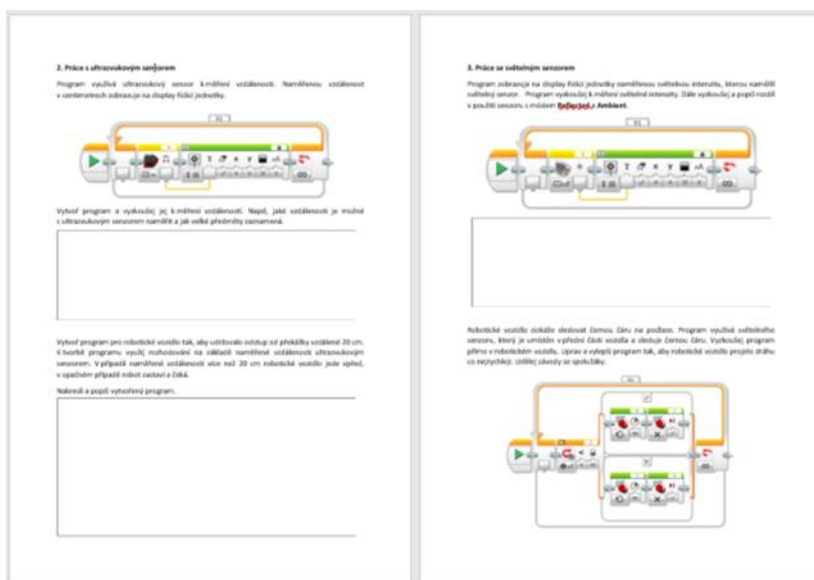
Jednou z fází projektové výuky je prezentace projektu, v našem případě se často jednalo o praktické ukázkou s roboty. Pro některé žáky bylo prezentování i programování zábavné: „*Vždycky když jsme měli pak podívat na ten výsledek toho programování. To bylo celkem jako zábavný, jak jezdil ten robot. Nebo když jsme museli něco předělávat, tak vono to vypadalo komicky, určitě jsme se nad tím zasmáli*“.

Z rozhovorů s žáky, jejich pozorování ve výuce programování robotické stavebnice plyne, že žáci aktivně využívají při své činnosti informatické myšlení, procvičují si jej a prohlubují své kompetence v oblasti informatického myšlení a dalších blízkých oblastech žakovských kompetencí. Výuka programování byla pro žáky zábavná a motivovala je k větší aktivitě, rozvoji vytrvalosti, lepšímu plánování, hledání řešení problémů, učení se z chyb, komunikaci a spolupráci se spolužáky. Opět pouze nedokážeme kvantitativně popsat míru tohoto pozitivního rozvoje žakovských kompetencí.

# 5 VÝUKOVÉ A METODICKÉ MATERIÁLY

## 5.1 Výukové a metodické materiály

V rámci přípravy materiálů pro výuku programování s robotickými stavebnicemi bylo vytvořeno několik druhů a typů výukových materiálů. Tvorba materiálů probíhala s ohledem na již vytvořené a dostupné výukové materiály v podobě učebnic, pracovních listů a prezentací, například zde [2, 98, 99]. Jedná se především o výukové materiály určené pro žáky pro práci s roboty z konstrukční stavebnice Lego Mindstorms EV3, dále se jedná o materiály pro konstrukční stavebnici VEX IQ nebo VEX EDR respektive VEX V5. V menší míře byla vytvořena sada výukových materiálů i pro další konstrukční robotické stavebnice a mikropočítače. Na Obrázku 12 je ukázka jednoho výukového materiálu, jedná o pracovní list pro práci s robotickou stavebnicí Lego Mindstorms EV3. Sestavený robot je programován ve vizuálním programovacím prostředí.



**Obrázek 12** Pracovní list pro žáky, kteří pracují s robotickým modelem sestaveným z konstrukční stavebnice Lego Mindstorms EV3 a k programování využívají vizuálního programovacího prostředí.

### 5.1.1 Robotické stavebnice VEX

V rámci spolupráce Katedry aplikované kybernetiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové se společností AV MEDIA, a.s. v projektu Metodika a vzorové úlohy v robotice (VEX IQ a VEX EDR) vznikla sada metodických materiálů pro učitele a žáky pro práci s roboty VEX IQ a VEX EDR. Jedná se o sadu sedmi výukových materiálů pro žáky pro práci se stavebnicí VEX IQ. Každý výukový materiál obsahuje *úvod*

do tématu, odkazy na videa k tématu, úlohy pro stavbu robota, úlohy pro programování robota, další možnosti práce s robotem a použité zdroje, případně přílohy.

## Témata výukových materiálů

- Robot Sumo
- Robot s mostem
- Robotická ruka
- Třídící robot
- Kreslící robot
- Robotický hudebník
- 3D modelování robotů

Ke každému z témat vznikla metodická příručka pro učitele, která navíc obsahuje *tabulku s anotací materiálu, časovou náročností, vzdělávacími cíli a žákovskými kompetencemi*, dále materiál obsahuje *řešení jednotlivých úloh*. Materiály jsou doplněny o přílohy obsahující *konstrukční návody, pravidla aktivit či soubory ovládacích programů*. Na Obrázku 13 je ukázka výukového materiálu pro žáky, další ukázka celého materiálu je v příloze této práce. Materiály jsou volně dostupné na webu [www.veskole.cz](http://www.veskole.cz) v sekci Návody [100].



**Obrázek 13 Ukázka z materiálu Pracovní úlohy pro žáky – Sumo robot určený pro stavebnici VEX IQ [100].**

V rámci tohoto projektu dále vznikla sada sedmi výukových materiálů pro stavebnice VEX EDR, která využívá v konstrukci kovových dílů. Pro žáky jsou určeny *Pracovní úlohy pro žáky*, pro učitele je materiál nazván *Příručka pro učitele* [101].

### **5.1.2 Výukové materiály pro Lego Mindstorms a další**

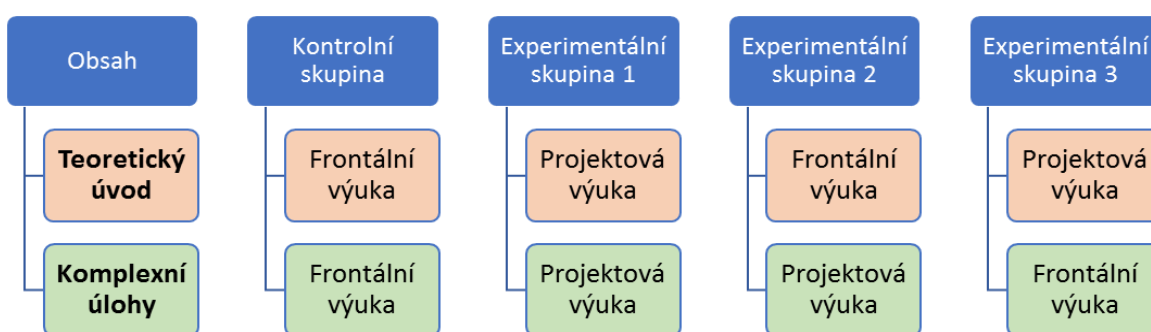
Další sada výukových materiálů vznikla v rámci spolupráce Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové s městem Pardubice při tvorbě výukových materiálů pro dílny a laboratoře v projektu Centrální polytechnické dílny Pardubice. Při tvorbě výukových materiálů pro různé robotické stavebnice a systémy vznikla sada materiálů pro robotické stavebnice Lego Mindstorms, VEX IQ, Fischertechnik, a dále pro mikropočítače Micro:bit a Arduino. Tyto materiály jsou prozatím neveřejné.

Další výukové materiály, které jsou vhodné pro učitele k výuce programování s pomocí robotických stavebnic, vznikly v rámci projektu Podpora rozvíjení inženýrského myšlení (PRIM) jenž stojí za webem [www.imysleni.cz](http://www.imysleni.cz) [98].



## 6 DALŠÍ MOŽNOSTI VE VÝZKUMU

Vytvoření této práce nevnímáme jako konec zájmu o tuto problematiku, téma je natolik široké a aktuální, že jej chceme podrobit dalšímu zkoumání. Jedna z cest dalšího výzkumného šetření je naznačena na Obrázku 14, kde výzkumné šetření rozšíříme na tři experimentální skupiny a budeme porovnávat projektovou a frontální výuku programování s robotickou stavebnicí v teoretickém úvodu do programování robotických modelů a řešení komplexních úloh. Dalším rozšířením je sledování dalších klíčových kompetencí žáků, zde ovšem zatím narážíme na nedostatek vhodných testových nástrojů.



**Obrázek 14** Schéma možného rozšíření výzkumu o další experimentální skupiny

Dále vidíme možnosti v zaměření na mladší nebo starší žáky či studenty. Protože často slycháváme, že roboti a programování jsou pouze pro kluky, bylo by zajímavé sledovat genderové rozdíly mezi žáky. S ohledem na zvyšující se zájem o programování robotů ve virtuálním prostředí nebo v simulátorech, navrhujeme pro další výzkum porovnání programování reálných robotů ve škole a programování virtuálních robotů v online prostředí.

## 7 LIMITY PRÁCE

Každá práce má své limity a omezení, i naše představovaná práce je limitována podle různých hledisek. V případě teoretické části práce je limitující omezení a zúžení výběru edukační robotiky pouze na konstrukční robotické stavebnice. Dalším omezením byl výběr jen konkrétních klíčových kompetencí žáků, které jsme v této práci sledovali a testovali, toto omezení bylo také dáno použitým testovým nástrojem, a to testem *Dovednosti pro život*. V případě rešeršní části zaměřené na výzkumy v České republice a zahraničí bylo hned několik limitů a kritérií, které nám zúžily výběr zdrojů.

V praktické části, tj. ve výzkumném šetření je limitem této práce výzkumný vzorek, který byl z důvodu koronavirové krize a hygienických předpisů zúžen pouze na jednu konkrétní základní školu. Stejný důvod byl limitující pro délku realizace výzkumného šetření. Ovšem na základní škole jsme mohli zahrnout do výzkumného šetření celý druhý stupeň, což bylo celkem 8 tříd žáků. Délka realizace výzkumného šetření přímo ve škole byla dva měsíce, to mohlo být důvodem nízkého rozdílu u pozorovaných skupin žáků. Období konce školního roku a hygienická pravidla ovlivnila postoje žáků k výuce programování pomocí robotické stavebnice, a především k vyplňování pretestu a posttestu.

Role vyučujícího programování ovlivňovala žáky a jejich motivaci k výuce. Vyučujících bylo více, jednalo se o dvojici učitelů, jeden, který na škole učí předmět informatika a druhý externí, který je také vyučujícím předmětu informatika. Dalším limitem jsou použité konstrukční robotické stavebnice, kde každá stavebnice má jinou filozofii spojování dílků, jiné možnosti v programování sestaveného robota. Použili jsme nejpoužívanější robotickou stavebnici na českých školách Lego Mindstorms EV3. Většina žáků má osobní zkušenosti se stavebnicí Lego, takže to pro ně nebylo tak nové.

Při statistickém zpracování výsledků jsme pracovali na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , které se běžně využívá. Při její změně je pravděpodobné, že by závěry výzkumného šetření mohly být trochu odlišné.

Jsme si vědomi všech limitů této práce, a přesto věříme v její značný přínos vyučujícím a zájemcům o programování robotických stavebnic.

## ZÁVĚR

Práce se zaměřuje na vliv projektové výuky programování robotických stavebnic na žákovské kompetence. V úvodu jsme si stanovili čtyři cíle pro tuto práci. První stanovený cíl souvisí i s druhým cílem, proto je uvádíme společně.

- Provést analýzu žákovských kompetencí v oblasti informatického myšlení v programování robotických stavebnic.
- Provést analýzu vlivu projektové výuky programování robotických stavebnic na rozvoj žákovských kompetencí.

Analýze těchto cílů se věnujeme ve většině práce, především ve výzkumném šetření, kde popisujeme provedený experiment využívající *Experimentální* a *Kontrolní skupinu*, které jsme testovali testem Dovednosti pro život v podobě pretestu a posttestu. Na závěr tohoto experimentu bylo provedeno několik polostrukturovaných rozhovorů s žáky. Které přinášejí kvalitativní data a žákovský pohled na výuku programování. Kvalitativní data z testů jsme ověřili statistickými testy a přijali navržené hypotézy. Stanovené cíle práce se nám podařilo splnit.

Další cíl této práce byl zaměřen výzkumy v oblasti edukační robotiky.

- Vytvořit přehled a zmapovat výzkumy v oblasti využívání robotických stavebnic na základních školách se zaměřením na kompetence žáků, jak v České republice, tak i v zahraničí.

Vytvořený přehled je uveden v kapitole 2.2 *Výzkumy v ČR a v zahraničí*, kde popisujeme způsob a kritéria pro výběr výzkumů z vědeckých databází a dalších zdrojů. Uvádíme přehled jednotlivých výzkumů, které se nám zdají relevantní a přínosné pro tuto práci. V závěru kapitoly je uvedena přehledová tabulka. Tento cíl práce byl splněn.

Posledním stanoveným cílem této práce byla tvorba výukových a metodických materiálů.

- Vytvořit metodické a výukové materiály pro výuku programování s využitím robotických stavebnic a systémů. Vytvořené materiály budou určeny pro nejpoužívanější robotické stavebnice a systémy na základních školách v České republice.

Podařilo se nám vytvořit hned několik různých sad výukových a metodických materiálů pro různé robotické stavebnice používané v České republice. Jednalo se o pracovní listy pro žáky pro robotickou stavebnici Lego Mindstroms EV3, VEX IQ či VEX EDR/V5

a další například stavebnice Fischertechnik. Většina materiálů je volně dostupná na uvedených webech, proto je všechny nepřikládáme do příloh této práce. Některé vytvořené výukové materiály jsme využili ve výuce programování při realizovaném výzkumném šetření. Tento cíl práce se podařilo splnit.

Všechny stanovené cíle disertační práce se nám podařilo splnit.

Přínos této práce vnímáme v několika oblastech, první oblastí je provedené výzkumné šetření, které analyzovalo vliv projektové výuky na žákovské kompetence. Práce představuje v rešeršní části přehled výzkumů v oblasti užití edukační robotiky ve výuce v České republice i v zahraničí. Velkým přínosem této práce jsou vytvořené výukové a metodické materiály pro výuku programování robotických stavebnic, které jsou ověřené ve výuce. Podle zpětné vazby od učitelů, kteří je používají ve výuce, jsou materiály podařené.

## Seznam použité literatury

- [1] MŠMT. (2021). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: MŠMT.
- [2] Coufal, P. (2016). *Robotika ve výuce*. Hradec Králové. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Štěpán Hubálovský. 98 s.
- [3] Tocháček, D. a J., Lapeš. (2012). *Edukační robotika*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2012. ISBN 978-80-7290-577-5.
- [4] Novák, Petr. (2005). *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-141-1.
- [5] Bařko, J. (2020). *Robotická stavebnice jako prostředek pro rozvoj abstraktního myšlení žáků základní školy*. Plzeň. Disertační práce na Pedagogické fakultě Západočeské univerzity v Plzni. Vedoucí práce Petr Michalík. 142 s.
- [6] LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Core Set. In: LEGO Education [online]. LEGO Group, 2020 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400#lego-mindstorms-education-ev3>
- [7] LEGO® Education WeDo 2.0 Základní souprava. In: EDUXE [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/p/299/45300-wedo-20-zakladni-souprava>
- [8] Koncept STEM. In: Národní ústav pro vzdělávání [online]. Národní ústav pro vzdělávání, 2001 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/p-kap/koncept-stem>
- [9] LEGO® Education SPIKE™ Prime Základní souprava. In: EDUXE [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.eduxe.cz/p/353/45678-spike-prime-zakladni-souprava>
- [10] Robotics Competition Set. In: Robotics Competition Set - fischertechnik [online]. fischertechnik, 2020 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.fischertechnik.de/en/products/teaching/stem-robotics/519143-robotics-competition-set>

- [11] VEX IQ Super Kit. In: VEX Robotics [online]. Innovation First International, 2020 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.vexrobotics.com/228-2500.html>
- [12] VEX GO. In: VEX Robotics [online]. Innovation First International, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.vexrobotics.com/go>
- [13] Starter Set for micro:bit. In: Starter Set for micro:bit - fischertechnik [online]. fischertechnik, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.fischertechnik.de/en/products/learning/stem-robotics/548884-starter-set-for-micro-bit>
- [14] Coufalová, J. (2006). *Projektové vyučování pro první stupeň základní školy*. Praha: Fortuna. ISBN 80-7168-958-0.
- [15] Tomková, A., Kašová, J., a M., Dvořáková. (2009). *Učíme v projektech*. Praha: Portál. ISBN 9788073675271.
- [16] Průcha, J., ed. (2007). *Pedagogická encyklopedie*. Praha: Portál. ISBN 9788073675462.
- [17] Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J. (2009). *Pedagogický slovník*. 6. aktualiz. a roz. vyd. Praha: Portál, 400 s. ISBN 978-80-7367-647-6.
- [18] Svobodová, R., Lacko, B., a Cingl, O. (2010). *Projektové řízení a projektové vyučování, aneb, Jak na výukové projekty podle zásad projektového řízení*. 1. vyd. Choceň: PM Consulting, 100 s. ISBN 978-80-254-8174-5.
- [19] Kratochvílová, J. (2009). *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita. 160 s. ISBN 987-80-210-4142-4.
- [20] Dömischová, I. (2010) *PROJEKTOVÁ VÝUKA moderní strategie vzdělávání v České republice a německy mluvících*. Disertační práce. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Helena Grecmanová.
- [21] Valenta, J. (1993). *Pohledy. Projektová metoda ve škole a za školou*. Praha: Ipos Arama. 6 s. ISBN 80-7068-066-0.
- [22] Bastion, J., Gudjons, H. (1998). *Das Projektbuch II. – Über die Projektwoche hinaus – Projektlernen im Fachunterricht*. Hamburg: Bergmann + Helbig Verlag. ISBN 3-925 836-43-8.

- [23] Hyplová, J. (2010). *Využití projektového vyučování k rozvoji čtenářské gramotnosti žáků základní školy*. Disertační práce. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Vlasta Řeřichová.
- [24] Langová, M. (2013). *Využití projektové metody ve výuce humanitních předmětů na středních školách*. Bakalářská práce. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Iva Žlábková.
- [25] Šulcová, R., et al. (2008). *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: UK v Praze. Přírodovědecká Fakulta. Podklady pro přírodovědné projekty, 133 s. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: [http://rena.sulcova.sweb.cz/prirodovedne\\_projekty/Prirodovedne\\_projekty.pdf](http://rena.sulcova.sweb.cz/prirodovedne_projekty/Prirodovedne_projekty.pdf)
- [26] Maňák, J., Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.
- [27] Kociánová, I. (2014). *Využití třífázového modelu učení ve výuce o odpadech*. Diplomová práce. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Jiří Kropáč.
- [28] Tomanová, D. (2003). *Zkušenosti studentů učitelství s metodami z RWCT*. E-Pedagogium [on-line]. Roč. 3. Č. 1. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <http://epedagog.upol.cz/eped1.2003/clanek05.htm>. ISSN 1213-7499.
- [29] Císař, J., Horák, O. a kol. (1938). *Slovník některých výrazů, často užívaných v dnešní pedagogické a didaktické literatuře*. Zlín: nákladem Tvořivé školy ve Zlíně. 135 s.
- [30] Jezberová, R. (2011). *Žakovské projekty: cesta ke kompetencím: příručka pro učitele středních odborných škol*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků. ISBN 978-80-86856-77-3.
- [31] Zounek, J. (2006). *ICT v životě základních škol*. 1. Vyd. Praha: TRITON. ISBN 80-7254-858-1.
- [32] Národní ústav pro vzdělávání. (2007). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP.
- [33] Klieme, E., Artelt, C., & Stanat, P. (2001). *Fächerübergreifende Kompetenzen: Konzepte und Indikatoren*. In F. E. Weinert (Ed.), *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz.

- [34] Knecht, P. (2014). *Příležitosti k rozvíjení kompetence k řešení problémů v učebnicích a ve výuce zeměpisu*. Brno: Masarykova univerzita, 2014. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 9788021076518.
- [35] Knecht, P., Janík, T., Najvar, P., Najvarová, V., a Vlčková, K. (2010). Příležitost k rozvíjení kompetence k řešení problémů ve výuce na základních školách. *Orbis Scholae*. 4. 37-62. 10.14712/23363177.2018.110.
- [36] OECD. (2004). *Problem Solving for Tomorrow's World – First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003*. Paříž: OECD.
- [37] Belz, H. (2001). *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení: východiska, metody, cvičení a hry*. Praha: Portál. ISBN 80-7178-479-6.
- [38] Milerská, K. (2018). *Rozvoj sociální, personální a občanské kompetence v rámci společenských věd*. Diplomová práce. Hradec Králové. Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Hana Šebestová.
- [39] Středová, M. (2011). *Sociální inteligence, sociální kompetence, sociální dovednosti a komunikace u lidí s různými formami disociálního chování v societách adolescentů*. Diplomová práce. Brno. Masarykova Univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce Lubomír Vašina.
- [40] Oudová, J. (2007). *Sociální kompetence adolescentů*. In: Hodnocení v práci učitele - psychodidaktické a etické souvislosti: sborník z mezinárodní konference: 12. duben 2007. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 978-80-7041-010-3
- [41] Petrášová, H. (2018). *Výtvarná tvorba v době dospívání - rozvoj sociální a personální kompetence na 2. stupni ZŠ*. Diplomová práce. Brno. Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Pavla Novotná.
- [42] Dell Hymes. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dell\\_Hymes](https://en.wikipedia.org/wiki/Dell_Hymes)
- [43] Šlapalová, K. (2016). *Rozvoj komunikativní klíčové kompetence ve výuce anglického jazyka*. Diplomová práce. Brno. Masarykova Univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce Roman Švaříček.
- [44] Šebesta, K. (2005). *Od jazyka ke komunikaci: didaktika českého jazyka a komunikační výchova*. Vyd. 2. Praha: Karolinum. Acta Universitatis Carolinae. ISBN 80-246-0948-7.



- [45] Seymour Papert. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Seymour\\_Papert](https://en.wikipedia.org/wiki/Seymour_Papert)
- [46] Papert, S. (2000). *Professor Seymour Papert*. [online]. Copyright 2000. MaMaMedia [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <http://www.papert.org/>.
- [47] Lessner, D. (2014). *ANALYSIS OF TERM MEANING "COMPUTATIONAL THINKING"*. Journal of Technology and Information Education, 6(1), 71-88. doi: 10.5507/jtie.2014.006
- [48] Wing, J., M. (2010). Computational Thinking: What and Why? [online]. 2010 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- [49] Frank, F. (2018). *VÝUKA INFORMATIKY A PODPORA INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ POMOCÍ LEGO ROBOTŮ NA GYMNÁZIÍCH*. ISVK FPE 2018: Sborník příspěvků 8. Interdisciplinární studentské vědecké konference doktorandů FPE: 20. června 2018 Plzeň, Česká Republika, s. 24-34. ISBN 978-80-261-0828-3.
- [50] Brdička, B. (2014). *Informatické myšlení jako výukový cíl*. Metodický portál RVP.CZ [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/18689/INFORMATICKE-MYSLENI-JAKO-VYUKOVY-CIL.html>
- [51] *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education* [online]. International Society for Technology in Education (ISTE) a Computer Science Teachers Association (CSTA). 2011. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: [https://cdn.iste.org/www-root/Computational\\_Thinking\\_Operational\\_Definition\\_ISTE.pdf](https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf)
- [52] Co je informatické myšlení? (2018). Informatické myšlení [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://imysleni.cz/informaticke-mysleni/co-je-informaticke-mysleni>
- [53] Maximova, Maria & Kim, Younghwan. (2016). *Research Trend Analysis on the Usage of Robotics in Education*. 12. 45-60. 10.14580/apcj.2016.12.1.45.
- [54] Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P.-W., Chen, I-M., & Yeo, S. H. (2016). *A review on the use of robots in education and young children*. Journal of Educational Technology & Society, 19(2), 148–163.

- [55] Barak, M., Zadok, Y. (2007). *Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving*. International Journal of Technology and Design Education, 19. 289-307. 10.1007/s10798-007-9043-3.
- [56] Barker, B. S., Ansorge, J. (2007). *Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment*. Journal Research on Technology in Education, 39(3), 229-243.
- [57] Liu, E. Z. F. (2010). *Early adolescents' perceptions of educational robots and learning of robotics*. British Journal of Educational Technology, 41(3), E44-E47. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.00944.x
- [58] Slangen, L. (2011). *What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments* In : International Journal of Technology & Design Education. – Nov 2011, Vol. 21 Issue 4, p449-469.
- [59] Castledine, A. R., Chalmers, C. (2011). *LEGO Robotics: An Authentic Problem Solving Tool?*. Design and Technology Education, 16(3), 19-27.
- [60] Gorakhnath, I., Padmanabhan, J. (2020). EDUCATIONAL ROBOTICS THROUGH LEGO FOR ENHANCING CRITICAL THINKING SKILL IN SCIENCE. Journal of Critical Reviews, 7 (19), 1303-1312. doi:10.31838/jcr.07.19.159
- [61] Eguchi, A. (2014). *Educational robotics for promoting 21st century skills*. Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems. - 2014, Vol. 8 Issue 1, p5-11.
- [62] Somyürek, S. (2015). *An effective educational tool: construction kits for fun and meaningful learning*. International Journal of Technology & Design Education. – Feb 2015, Vol. 25 Issue 1, p25-41.
- [63] Yuen, T., T. (2014). *Group Tasks, Activities, Dynamics, and Interactions in Collaborative Robotics Projects with Elementary and Middle School Children*. Journal of STEM Education: Innovations & Research. - Jan-Apr 2014, Vol. 15, Issue 1, p39-45.
- [64] Hong, J. C., Yu, K-C., Chen, M-Y. (2011). *Collaborative learning in technological project design*. International Journal of Technology and Design Education, 21(3), 335-347. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9123-7>

- [65] Veselovská, M., Mayerová, K. (2015) *Assessing robotics learning at lower secondary school*. Information and Communication Technology in Education 2015, Ostrava, pp. 240–247.
- [66] Virnes, M. (2014) *Four Seasons of Educational Robotics: Substantive Theory on the Encounters between Educational Robotics and Children in the Dimensions of Access and Ownership*. Publications of the University of Eastern Finland, Dissertations in Forestry and Natural Sciences No 169.
- [67] Kadlečíková, J. (2015). *LEGO Mindstorms EV3 v projektové výuce na střední škole*. Diplomová práce. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Roman Jašek.
- [68] Chalupníková, R. (2015) *Postoj žáků k fyzice a možnost jeho formování*. Disertační práce. Hradec Králové. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Jan Kříž.
- [69] Mádle, P. (2016). *Projektová výuka v informatice*. Diplomová práce. Hradec Králové. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Petra Volejníková.
- [70] Plauska, I., Lukas, R., Damasevicius, R. *Reflections on Using Robots and Visual Programming Environments for Project-Based Teaching*. ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA, ISSN 1392-1215, VOL. 20, NO. 1, 2014. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.eee.20.1.6169>
- [71] Shih, B., Y. *The exploration of teachers' intention of using lego nxt in primary school*. In : Journal of Baltic Science Education. - 2013, Vol. 12 Issue 2, p219-233.
- [72] Damaševičius, R. *Advances in the Use of Educational Robots in Project-Based Teaching* In : TEM Journal. – May 2017, Vol. 6 Issue 2, p 342-348.
- [73] Ahdhianto, E., Marsigit, M., Haryanto, H., a Nurfauzi, Y. (2020). *Improving Fifth-Grade Students' Mathematical Problem-Solving and Critical Thinking Skills Using Problem-Based Learning*. Universal Journal of Educational Research. 8. 2012-2021. 10.13189/ujer.2020.080539.
- [74] Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). *Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp*. Journal Research on Technology in Education, 40(2), 201-216.

- [75] Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), n2.
- [76] Levy, S.T., & Mioduser, D. (2008). Does it “Want” or “Was it programmed to...”? Kindergarten children’s explanations of an autonomous robot’s adaptive functioning. *International Journal Technology and Design Education*, 18(4), 337-359.
- [77] Kuperman, A. & Mioduser, D. (2012). Kindergarten Children’s Perceptions of “Anthropomorphic Artifacts” with Adaptive Behavior. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 8(1), 137-147. Informing Science Institute.
- [78] Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E., & Yeomans, L. E. (2017). "Creating Cool Stuff" - Pupils' experience of the BBC micro:bit. In *Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education: SIGCSE 2017* DOI: 10.1145/3017680.3017749
- [79] Švaříček, R., Šedřová, K. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-313-0.
- [80] Hendl, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál. ISBN 80-7367-040-2.
- [81] Dovednosti pro základní školy: Scio pro školy - Testování a hodnocení. *Testovani.cz* [online]. Praha: Scio, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.testovani.cz/Projekt/11/dovednosti-pro-zivot>
- [82] ScioDat. *ScioDat* [online]. Praha: Scio, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.sciodat.cz/>
- [83] Ukázka - Dovednosti pro ZŠ. *Scio* [online]. Praha: Scio, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://ib.scio.cz/Test?t=dovednosti-demo&p=6#ix6>
- [84] Výroční zpráva za školní rok 2019 - 2020. *Základní škola Litomyšl, U Školek 1117* [online]. Litomyšl: Základní škola Litomyšl, U Školek 1117, 2020 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.litomysl.cz/2zs/download1.php?file=449>
- [85] Prohlídka školy. *Základní škola Litomyšl, U Školek 1117* [online]. Litomyšl: Základní škola Litomyšl, U Školek 1117, 2021 [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.litomysl.cz/2zs/prohlidka-skoly/>

- [86] Homola, V. (2014). *Úvod do statistiky* [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~hom50/SLBSTATS/UST/GS02.HTM>
- [87] Weinberg, S., Abramowitz, S. (2008). *Statistics using SPSS: An integrative approach*. New York: Cambridge University Press. ISBN 978-0521899222.
- [88] Pavlík, J. (2005). *Aplikovaná statistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-569-2.
- [89] Shapiro, S., S., Wilk, M., B. (1965). *An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)*. *Biometrika*. 52(3/4), 591-611. DOI: 10.2307/2333709. ISSN 00063444. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/2333709?origin=crossref>
- [90] Statistics Kingdom (2017). *Shapiro-Wilk Test Calculator* [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.statskingdom.com/320ShapiroWilk.html>
- [91] Stangroom, J. (2021). *The Kolmogorov-Smirnov Test of Normality* [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.socscistatistics.com/tests/kolmogorov/default.aspx>
- [92] Chráška, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1369-4.
- [93] Kábrt, M. (2011). *Test chí-kvadrát nezávislosti v kontingenční tabulce* [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <http://www.milankabrt.cz/testNezavislosti/index.php>
- [94] Stangroom, J. (2021). *Statistics Calculators* [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.socscistatistics.com/tests/>
- [95] Preacher, K. J., Briggs, N. E. (2001). *Calculation for Fisher's Exact Test: An interactive calculation tool for Fisher's exact probability test for 2 x 2 tables* [online]. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <http://www.quantpsy.org/fisher/fisher.htm>
- [96] Beďáňová, I. (2015). *Biostatistika – Neparametrické testy* [online] Multimediální výukový text. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn4/MannWhit.htm>
- [97] Zaiontz, Ch. (2021). *Mann-Whitney Table* [online] [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.real-statistics.com/statistics-tables/mann-whitney-table/>
- [98] Vzdělávací materiály pro VŠ. (2018). *Informatické myšlení* [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://imysleni.cz/ucebnice/vzdelavaci-materialy-pro-vs>

- [99] Programování a LEGO Roboti. (2014). Základní a mateřská škola Trstěnice [online]. Trstěnice: ZŠ a MŠ Trstěnice. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://www.zstrstenice.cz/projekt-inovace-vyuky/materialy/programovani-a-lego-roboti/>
- [100] Metodika VEX IQ - pracovní úlohy pro žáky a příručky učitele. (2018). Návody – Veškole.cz [online] Praha: AVMedia, a.s. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: [https://www.veskole.cz/downloads/VEX/Methodika\\_VEX\\_IQ.zip](https://www.veskole.cz/downloads/VEX/Methodika_VEX_IQ.zip)
- [101] Metodika VEX EDR - pracovní úlohy pro žáky a příručky učitele. (2018). Návody – Veškole.cz [online] Praha: AVMedia, a.s. [cit. 2021-09-09]. Dostupné z: [https://www.veskole.cz/downloads/VEX/Methodika\\_VEX\\_EDR\\_AVMEDIA.zip](https://www.veskole.cz/downloads/VEX/Methodika_VEX_EDR_AVMEDIA.zip)

## Publikační činnost

Coufal, P., Hornik, T., Hubálovský, S., Musílek, M. (2017) Simulation of the Automatic Parking Assist System as a Method of the Algorithm Development Thinking. In: *International Journal of Education and Information Technologies*. Vol. 11, No. 2, p. 37-43. ISSN 2074-1316.

Coufal P., Hornik T., Hubálovský S., Musílek M. (2017) Development and Programming of KarelNXT Robot as a Simulation of xKarel Programming Language Including a Sample Program. In: *International Journal of Mathematical and Computational Methods*, 2, 327-331, ISSN: 2367-895X.

Hornik T., Coufal P., Musílek M., Hubálovský S. (2017) A Solution of the Mastermind Board Game in Scratch Suitable for Education - Results of the Preliminary Case Study. In: *International Journal of Computers*, 2, 214-219, ISSN: 2367-8895.

Coufal P., Hornik T., Hubálovský S., Musílek M. (2019) Robotics in Education. In: *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Science*. Článek z konference WCLTA 2018 dosud nepublikováno.

Hornik T., Coufal P., Musílek M., Hubálovský S. (2019) Teaching Methods Suitable for Preparation for IT and Programming Competitions. In: *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Science*. Článek z konference WCLTA 2018 dosud nepublikováno.

Coufal, P. (2019). Development of Competencies of Elementary School Pupils Using Educational Robotic Kits. In: *The European Journal of Social and Behavioural Sciences (EJSBS)*. 2019, Vol. XXVII, 10 p. eISSN 2301-2218.

Coufal P., Hornik T., Hubálovský S., Musílek M. (2019) The Development of KarelNXT Robot as a Simulation of xKarel Programming Language. In: *Ntalianis K., Croitoru A. (eds) Applied Physics, System Science and Computers II. APSAC 2017. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 489. ISBN 978-3-319-75604-2

Hornik T., Coufal P., Musílek M., Hubálovský S. (2019) A Solution of the Mastermind Board Game in Scratch Suitable for Algorithmic Thinking Development. In: *Ntalianis K., Croitoru A. (eds) Applied Physics, System Science and Computers II. APSAC 2017. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 489. ISBN 978-3-319-75604-2

Coufal, P. (2019). Robotické stavebnice ve výuce na základních školách. In: *Information and Communication Technology in Education*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravská univerzita v Ostravě, 2019. ISBN 978-80-7599-132-4.

Coufal, P. (2020). Construction Robotic Kits in Education at Elementary School. In: *DIVAI 2020 : 13th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics*. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7598-841-6.

Coufal, P. (2020). Robotic Construction Kits at Elementary School Education. In: *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravská univerzita v Ostravě, 2020. Vol. 9, p. 27-38. ISSN 1805-3726.

Coufal, P., Trojovský, P. (2021). Repdigits as Product of Terms of k-Bonacci Sequences. *Mathematics*. 9. 682. <https://doi.org/10.3390/math9060682>

Coufal, P., Hubálovský, Š., Hubálovská, M. (2021). Application of Basic Graph Theory in Autonomous Motion of Robots. *Mathematics*. 9. 919. <https://doi.org/10.3390/math9090919>



## Vystoupení na konferencích

- 2017            **Praha EET 2017** (International Conference on Education and Educational Technologies)
- Dubrovník APSAC 2017** (2nd International Conference on Applied Physics, System Science and Computers)
- 2018            **Hradec Králové DITECH 2018**
- České Budějovice PRIT 2018** (Pedagogical Research on Information Technology)
- Řím WCLTA 2018** (9th World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership)
- 2019            **Barcelona ICEEPSY 2019** (The International Conference on Education & Educational Psychology)
- Ostrava ICTE 2019**
- 2020            **Hradec Králové** (Informatické myšlení na ZŠ a SŠ)

## Projekty

**Inovační voucher PŘF UHK 2018:** Metodika a vzorové úlohy v robotice (VEX IQ a VEX EDR) reg. č.: CZ.01.1.02/0.0/0.0/17\_115/0012656 (Hlavní řešitel)

**Specifický výzkum PdF UHK 2017:** Výzkum možností implementace programování do standardního kurikula výuky informatiky na základní škole (Odpovědný řešitel grantu)

**Specifický výzkum PdF UHK 2018:** Výzkum možností přípravy žáků v edukačním procesu pro robotické a programovací kompetitivní prostředí (Spoluřešitel grantu)

**Specifický výzkum PdF UHK 2019:** Výzkum postojů žáků a učitelů na výuku programování na školách a výzkum vlivu robotické stavebnice v projektové výuce na rozvoj kompetencí žáků základních škol (Odpovědný řešitel grantu)

**Specifický výzkum PdF UHK 2020:** Výzkum vlivu robotické stavebnice na vývoj kompetencí žáků (Odpovědný řešitel grantu)

**Specifický výzkum FF UHK 2020:** Implementace digital humanities na UHK (Spoluřešitel grantu)

**Specifický výzkum PŘF UHK 2021:** Kognitivní aspekty a teoretické základy kryptografických procesů (Odpovědný řešitel grantu)

**Specifický výzkum PdF UHK 2021:** Rozvoj kompetencí žáků ZŠ pomocí programování robotické stavebnice a virtuální robotiky (Odpovědný řešitel grantu)

## Ostatní aktivity

Přednášky a workshopy na popularizačních akcích: Noc vědců, Pedagogické dny, Čertovské experimenty, Hrajeme si i hlavou a další.

Vedoucí Digicentra Hradec Králové (centrum pro kolegiální vzdělávání učitelů).

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Edukační sada konstrukční robotické stavebnice Lego Mindstorms EV3 obsahuje řídicí jednotku, motory, různé senzory a konstrukční díly [6]. .....	16
Obrázek 2 Edukační sada stavebnice Lego WeDo 2.0 s pořadačem pro uložení konstrukčních dílků a plastovým boxem [7]. .....	17
Obrázek 3 Edukační sada stavebnice Lego Spike s pořadačem pro uložení konstrukčních dílků, senzory, motory a plastovým boxem [9]. .....	18
Obrázek 4 Sada konstrukční robotické stavebnice od firmy Fischertechnik s názvem Robotics Competition Set a její rozložení v plastovém boxu [10]. .....	19
Obrázek 5 Sada konstrukční robotické stavebnice VEX IQ s širokou škálou konstrukčních plastových dílků a dálkovým ovladačem pro řízení sestavených modelů [11]. .....	20
Obrázek 6 Sada konstrukční robotické stavebnice VEX GO s širokou škálou barevných plastových dílků a ukázkou blokového programování [12]. .....	21
Obrázek 7 Schéma realizace pedagogického experimentu s rozdělením žáků na <i>Kontrolní a Experimentální skupinu</i> a začlenění pretestu a posttestu .....	45
Obrázek 8 Ukázková úloha z testu <i>Dovednosti pro život</i> [83] .....	47
Obrázek 9 Žáci při vyplňování testu <i>Dovednosti pro život</i> v moderní počítačové učebně.....	50
Obrázek 10 Prostředí programu LEGO MINDSTORMS Education EV3 pro tvorbu řídicích programů robotického modelu. ....	76
Obrázek 11 Žáci řeší úlohu s robotem, při které využívají ultrazvukový senzor pro detekci překážek.....	78
Obrázek 12 Pracovní list pro žáky, kteří pracují s robotickým modelem sestaveným z konstrukční stavebnice Lego Mindstorms EV3 a k programování využívají vizuálního programovacího prostředí. ....	126
Obrázek 13 Ukázka z materiálu Pracovní úlohy pro žáky – Sumo robot určený pro stavebnici VEX IQ [100]. .....	127
Obrázek 14 Schéma možného rozšíření výzkumu o další experimentální skupiny .....	129

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Typy žákovských projektů rozdělné podle různých hledisek [30].....	26
Tabulka 2 Souhrnná tabulka relevantní výzkumných prací v oblasti využití edukační robotiky.....	41
Tabulka 3 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 6. ročníku.....	52
Tabulka 4 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 6. ročníku.....	54
Tabulka 5 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 6. ročníku.....	56
Tabulka 6 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 7. ročníku.....	59
Tabulka 7 Statistický popis <i>Experimentální a Kontrolní skupiny</i> v 7. ročníku .....	61
Tabulka 8 Statistický popis <i>Experimentální a Kontrolní skupiny</i> v 7. ročníku .....	62
Tabulka 9 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 8. ročníku.....	65
Tabulka 10 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 8. ročníku .....	66
Tabulka 11 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 8. ročníku .....	68
Tabulka 12 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 9. ročníku .....	71
Tabulka 13 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 9. ročníku .....	73
Tabulka 14 Statistický popis Experimentální a Kontrolní skupiny v 9. ročníku .....	75
Tabulka 15 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků šestého ročníku v <i>Experimentální skupině a Kontrolní skupině</i> .....	81
Tabulka 16 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	82
Tabulka 17 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků šestého ročníku v <i>Experimentální skupině a Kontrolní skupině</i> .....	84
Tabulka 18 Kontingenční tabulka pro výpočet $\chi^2$ s použitím Yatesovy korekce .....	86
Tabulka 19 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků osmého ročníku v <i>Experimentální skupině a Kontrolní skupině</i> .....	87
Tabulka 20 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	89
Tabulka 21 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků devátého ročníku v <i>Experimentální skupině a Kontrolní skupině</i> .....	91
Tabulka 22 Kontingenční tabulka pro výpočet $\chi^2$ s použitím Yatesovy korekce .....	92
Tabulka 23 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků šestého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> .....	94

Tabulka 24 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	95
Tabulka 25 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků sedmého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> .....	97
Tabulka 26 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu a $\chi^2$ použití Yatesovy korekce .....	98
Tabulka 27 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků osmého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> .....	100
Tabulka 28 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	102
Tabulka 29 Porovnání výsledků pretestu a posttestu v oblasti <i>Řešení problémů</i> žáků devátého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> .....	103
Tabulka 30 Kontingenční tabulka pro výpočet $\chi^2$ s použitím Yatesovy korekce .....	105
Tabulka 31 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> žáků šestého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> a <i>Kontrolní skupině</i> .....	107
Tabulka 32 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	108
Tabulka 33 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> žáků sedmého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> a <i>Kontrolní skupině</i> .....	110
Tabulka 34 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	112
Tabulka 35 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> žáků osmého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> a <i>Kontrolní skupině</i> .....	113
Tabulka 36 Kontingenční tabulka pro výpočet Fisherova kombinatorického testu .....	115
Tabulka 37 Porovnání výsledků posttestu v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> žáků devátého ročníku v <i>Experimentální skupině</i> a <i>Kontrolní skupině</i> .....	117
Tabulka 38 Kontingenční tabulka pro výpočet $\chi^2$ s použitím Yatesovy korekce .....	118

## Seznam grafů

Graf 1 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu Dovednosti pro život v oblasti Práce s informacemi.....	51
Graf 2 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu Dovednosti pro život v oblasti Práce s informacemi - rozdělení podle pohlaví.....	52
Graf 3 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Práce s informacemi</i> .....	53
Graf 4 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> .....	53
Graf 5 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> - rozdělení podle pohlaví.....	54
Graf 6 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Vztahy a komunikace</i> .....	55
Graf 7 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> .....	55
Graf 8 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> - rozdělení podle pohlaví.....	56
Graf 9 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Vztahy a komunikace</i> .....	57
Graf 10 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Práce s informacemi</i> .....	58
Graf 11 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Práce s informacemi</i> - rozdělení podle pohlaví.....	58
Graf 12 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Práce s informacemi</i> .....	59
Graf 13 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> .....	60
Graf 14 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> - rozdělení podle pohlaví.....	60
Graf 15 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Vztahy a komunikace</i> .....	61
Graf 16 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> .....	62

Graf 17 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> - rozdělení podle pohlaví.....	62
Graf 18 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Řešení problémů</i> .....	63
Graf 19 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Práce s informacemi</i> .....	64
Graf 20 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Práce s informacemi</i> - rozdělení podle pohlaví.....	64
Graf 21 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Práce s informacemi</i> .....	65
Graf 22 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> .....	66
Graf 23 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> - rozdělení podle pohlaví.....	66
Graf 24 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Vztahy a komunikace</i> .....	67
Graf 25 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> .....	67
Graf 26 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> - rozdělení podle pohlaví.....	68
Graf 27 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Řešení problémů</i> .....	69
Graf 28 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Práce s informacemi</i> .....	70
Graf 29 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Práce s informacemi</i> - rozdělení podle pohlaví.....	70
Graf 30 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Práce s informacemi</i> .....	71
Graf 31 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> .....	72
Graf 32 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Vztahy a komunikace</i> - rozdělení podle pohlaví.....	72

Graf 33 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Vztahy a komunikace</i> .....	73
Graf 34 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> .....	74
Graf 35 Porovnání dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> v oblasti <i>Řešení problémů</i> - rozdělení podle pohlaví.....	74
Graf 36 Krabicový graf dosažených úrovní žáků v testu <i>Dovednosti pro život</i> pro oblast <i>Řešení problémů</i> .....	75



## **Seznam příloh**

Příloha A: Vyhodnocení testu *Dovednosti pro život*

Příloha B: Edukační materiály pro výuku programování s robotickou stavebnicí VEX IQ

## **Příloha A: Vyhodnocení testu *Dovednosti pro život***

HASH	MAUSY RAUXYPIC	TESTOVÁNÍ	DOVEDNOSTI PRO ŽIVOT
ČÍSLO ŽÁKA	2	TŘÍDA	8.. zš
DATUM	29.2.2016	ŠKOLA	SCIO

Milá žákyně, milý žáku, absolvoval/a jsi test Dovednosti pro život, složený z praktických úloh a rozdělený na části: Řešení problémů, Vztahy a komunikace, Práce s informacemi. Podle výsledku testu jsme tě zařadili do kategorie, která odpovídá tvým dovednostem. Kategorii je celkem 5 (Začátečník, Průzkumník, Objevitel, Profík a Specialista).



### Práce s informacemi

Máš velmi dobrý přehled o informačních zdrojích a dokážeš si proto najít potřebné informace i o neznámých věcech. Poznáš, když tě mají informace záměrně oklamat. Umíš vystihnout jejich podstatu a víš, jak si je ověřit.

### SPECIALISTA



### Vztahy a komunikace

Umíš se vcítit do druhého a dokážeš rozpoznat i složitější či rozporuplné pocity a emoce, porozumět jim a předvídat je. Rozlišuješ i méně známá gesta a mimiku. Rozpoznáš role v týmu, pracovní skupině, víš velmi dobře, jak ovlivňují výslednou práci. Umíš navrhnout alternativy a sám sestavit fungující tým. Umíš přijímat i dávat ostatním užitečnou zpětnou vazbu, dokážeš si sám/sama aktivně zpětnou vazbu získat. Umíš správně reagovat na text/promluvu a zvolíš nejvhodnější způsob komunikace i v situaci zcela nové. Rozlišuješ mezi subjektivními názory a postoji a objektivními informacemi, vnímáš náznaky v textu, chápeš nadsázku. Rozpoznáš manipulaci, rozumíš symbolům i mapám.

### SPECIALISTA



### Řešení problémů

Umíš vyřešit i velmi složitý problém, řešení dokážeš uplatnit i na zcela neobvyklé a méně známé problémy. Úspěšně řešíš problémy v obtížnějších podmínkách, dokážeš už propojit více informací a zdrojů a vybrat ty podstatné. Dokážeš využít vlastní zkušenost s podobnými problémy i logický úsudek. Umíš řešení zobecnit. Dokážeš předvídat problémy, dokážeš si uvědomit jejich příčiny a důsledky. Uvědomuješ si možná rizika problémů a reaguješ na ně. Při neúspěchu dokážeš vyhodnotit zvolené řešení a případně zvolit jiné. Umíš porovnávat různá řešení a vybírat to nejvhodnější.

### SPECIALISTA



Možná si říkáš: Co to ty dovednosti jsou? Nikdy jsem nic takového neslyšel/a... Jsou to takové schopnosti a dovednosti, které se hodí nejen k úspěchu při zkoušení u tabule, ale i v celém tvém životě. Uplatníš je při spolupráci ve sportu, porozumění s členy své rodiny a třeba někdy v budoucnosti, až půjdeš po první do práce. Soustředí se například na to, jak spolu umíme vycházet, jak si dokážeme obhájit svůj názor, jak se dokážeme naučit nové věci, jak se orientujeme v záplavě informací. Test nemůže zachytit všechno, co dokážeš. Proto ber výsledky jako orientační, nenech se jimi ani uchláchnout, ani znechutit. Ber je jako dobré východisko, v čem se můžeš zlepšit. Proto ke každé dovednosti dáváme vysvětlení a několik tipů na rozvoj. Je to na tobě, aby ses zamyslel/a, kde jsou tvé silné a slabé stránky a v jaké oblasti by ses chtěl/a rozvinout. Důležité je vědět, že se tyto dovednosti rozvíjejí celý život! Přejeme ti hodně dobrodružství při poznávání sebe sama a svých možností.

## Práce s informacemi

	TIP	JAK SE DÁL JEŠTĚ MŮŽEŠ ZLEPŠIT?
<b>SPECIALISTA</b>	Využívej pro vyhledávání informací nejrůznější zdroje nejen na internetu, ale také například odborníky a odborné instituce, osoby z daných oblastí, pamětníky, masmédiá, exkurze a návštěvy na konkrétních místech.	Svět se neustále mění. Musíme se orientovat ve velkém množství informací, efektivně komunikovat v týmu a řešit složitější problémy. Jak vidíš, stále máš na čem pracovat.

## Vztahy a komunikace

	TIP	JAK SE DÁL JEŠTĚ MŮŽEŠ ZLEPŠIT?
<b>SPECIALISTA</b>	Kultura, politika, ekologie, světové dění... Jistě už toho o těchto věcech víš spoustu, ale aby sis udělal/a vlastní názor a zaujal/a aktivní přístup, je nutné toho znát opravdu hodně! Sleduj zprávy, čti noviny, všimni si toho, co se děje ve tvém okolí. Přemýšlej o tom, co bys chtěl změnit ve škole a proč, a zapoj se víc do školního života (školní parlament, různé akce školy, školní akademie). Zjistíš, jak věci při práci fungují, získáš nové zkušenosti a kontakty.	Svět se neustále mění. Musíme se orientovat ve velkém množství informací, efektivně komunikovat v týmu a řešit složitější problémy. Jak vidíš, stále máš na čem pracovat.

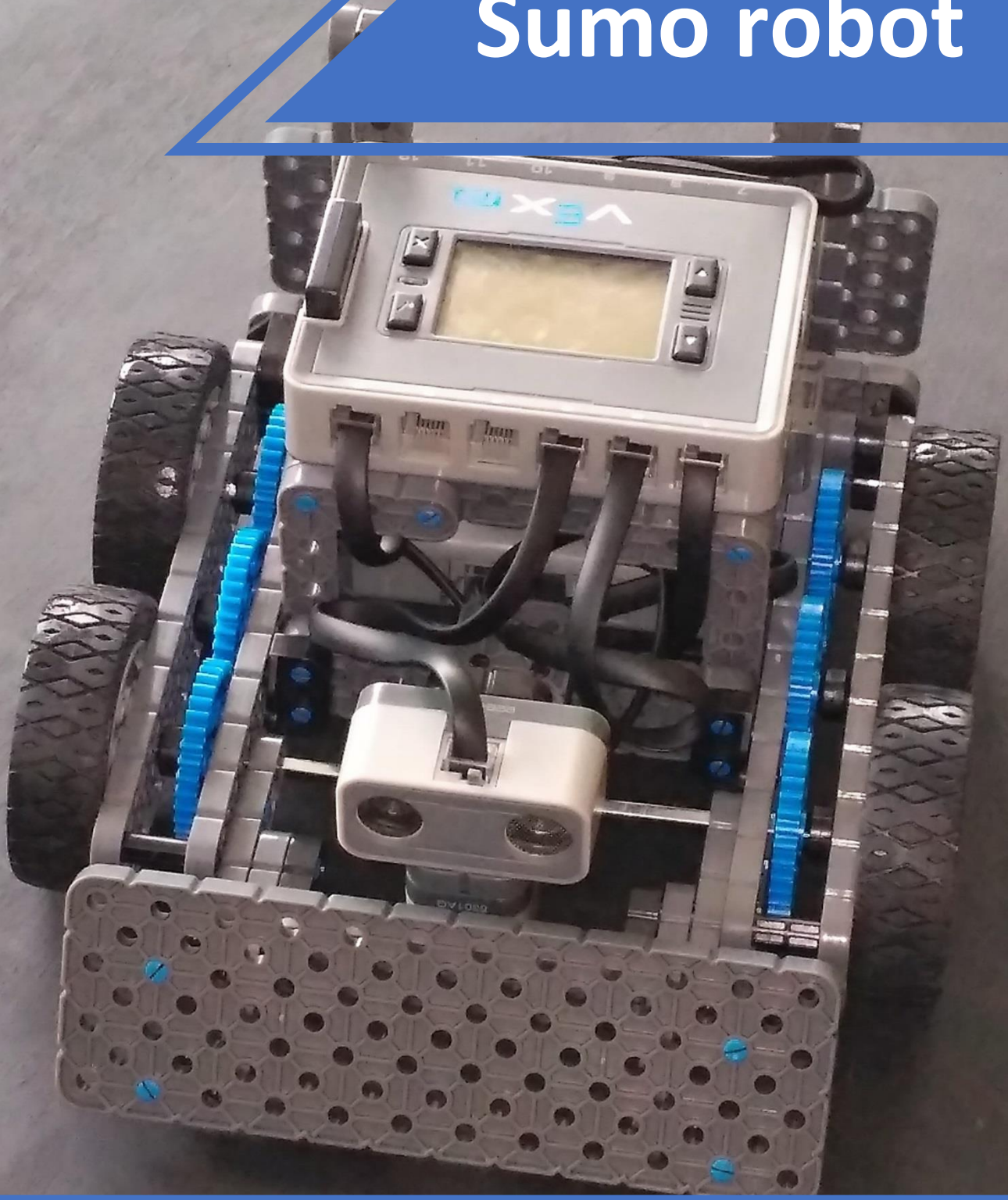
## Řešení problémů

	TIP	JAK SE DÁL JEŠTĚ MŮŽEŠ ZLEPŠIT?
<b>SPECIALISTA</b>	Strategické myšlení, schopnost řešit problémy se perfektně trénují při různých hrách. Například Osadníci z Katanu, Carcassonne a další. Hodně strategických her najdeš i na počítači, mobilu a tabletu. Důležité je se také naučit řešit problémy ve skupině. Zkuste si proto zahrát tyto hry nejen jako jeden proti druhému, ale skupina proti skupině. Uvidíš, jaký je rozdíl, když se ve skupině musíte rozhodovat a shodnout na společném postupu, než když si vše můžeš rozhodnout sám/sama!	Svět se neustále mění. Musíme se orientovat ve velkém množství informací, efektivně komunikovat v týmu a řešit složitější problémy. Jak vidíš, stále máš na čem pracovat.

## **Příloha B: Edukační materiály pro výuku programování s robotickou stavebnicí VEX IQ**



# Sumo robot



Příručka pro učitele

<b>Téma</b>	<b>Robot SUMO</b>
<b>Anotace</b>	Náplní výukového materiálu je stavba konstrukce robota pro soutěž Sumo robotů. V konstrukci robota jsou využity senzory pro autonomní chování robota v soutěžním ringu. Programování robota je zaměřeno na jízdu robota, na vyhledávání soupeře a rozděleno na dílčí kroky.
<b>Pomůcky</b>	robotická stavebnice VEX IQ, počítač s programy Modkit for VEX a SnapCAD, soutěžní ring pro Sumo robotů
<b>Cílová skupina</b>	žáci 2. stupně ZŠ
<b>Časová náročnost</b>	3x45 minut
<b>Vzdělávací cíl</b>	<b>Žák:</b> sestavuje model robota hledá jiná řešení konstrukce robota programuje robota podle zadání vylepšuje řešení ovládacího programu robota hledá jiná řešení ovládacího programu robota žák prezentuje robota ostatním žákům
<b>Mezipředmětové vazby</b>	<b>Fyzika:</b> Mechanické stroje <b>Dějepis:</b> Historie Japonska a sportu Sumó <b>Tělesná výchova:</b> Japonský sport Sumó
<b>Klíčové kompetence</b>	<b>kompetence k učení:</b> žák vyhledává a třídí informace a využívá je v tvůrčích činnostech <b>kompetence komunikativní:</b> žák formuluje své myšlenky v logickém sledu žák využívá komunikativní dovednosti ke kvalitní spolupráci s ostatními lidmi

	<p><b>kompetence k řešení problémů:</b></p> <p>žák volí vhodné způsoby řešení problémů</p> <p>žák užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy</p> <p><b>kompetence sociální a personální:</b></p> <p>žák účinně spolupracuje ve skupině</p> <p>žák přispívá k diskusi v malé skupině</p> <p>žák chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu</p>
<b>Informatika</b>	<p>žák rozdělí problém na jednotlivě řešitelné části a navrhne a popíše kroky k jejich řešení</p> <p>žák navrhne různé algoritmy pro řešení problému</p> <p>žák v blokově orientovaném programovacím jazyce sestaví přehledný program pro vyřešení zadaného problému</p> <p>žák program otestuje a opraví v něm případné běhové a logické chyby</p> <p>žák používá opakování, větvení programu, proměnné</p>

Materiály vznikly v rámci projektu „METODIKA A VZOROVÉ ÚLOHY V ROBOTICE (VEX IQ A VEX EDR)“ financovaného z prostředků Evropského fondu pro regionální rozvoj – OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost a realizovaného AV MEDIA, a.s. ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou Univerzity Hradec Králové.

Autor: Mgr. Petr Coufal

Datum vytvoření: červenec 2018



## Historie Sumó

Sumó je sport, starý více než 1 000 let, mající svoje počátky v japonském šintoismu. Japonským národním sportem se stalo sumó během období Edo (1600–1868). První zmínka o tomto sportu se však objevuje již v kronice Kodžiki z roku 712. Jedná se sport plný tradic, precizních pravidel a symbolů, ale především pevně daných obřadů.



Obrázek 1 Souboj v Sumó [1]

Zápasy sumo se odehrávají na čtvercovém vyvýšeném (50–70 cm) ringu „dohjó“ v jehož středu je 28 snopy z rýžové slámy vyznačeno kruhové zápasíště o průměru 4,57 m. Cílem zápasu je vytlačit soupeře za okraj vyznačeného zápasíště nebo ho donutit, aby se dotkl povrchu země jakoukoliv jinou částí těla, než je chodidlo. Snahou je tedy především vyvést svého soupeře z rovnováhy.

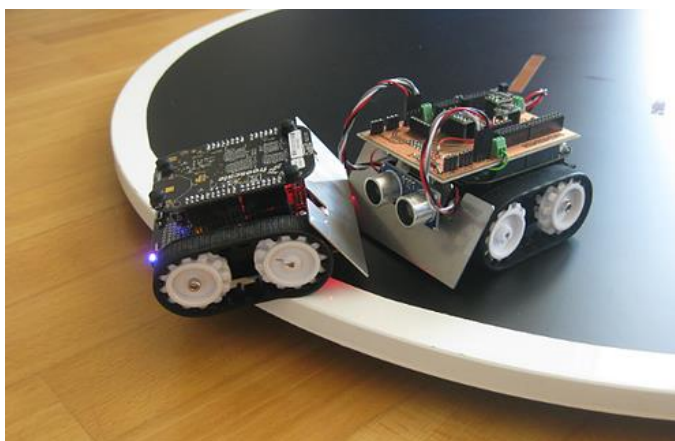
Slavnostnímu vstupu zápasníků před vlastními zápasy do ringu se říká dohjóiri (土俵入り) a jedná se o obřadní

představení zápasníků. Soupeři před samotným zápasem tráví čas v kruhu předváděním obřadních dřepů „šiko“ a soubojem očí se soupeřem. Poté oba zápasníci vystoupí z kruhu, napijí se „vody síly“, otřou si ústa „papírem síly“ a poté naberou do hrsti sůl, kterou rozhodí po zápasíšti, což má zahnat zlé duchy. [1]

## Sumo roboti

Soutěž sumo robotů je podobná jako sportu Sumó. Dva roboti se navzájem snaží jeden druhého vytlačit ven z kruhového ringu. Kruhový ring je nejčastěji černý s bílým okrajem, tak aby robot poznal okraj ringu a samovolně z něj nevyjel. K detekci soupeře se nejčastěji využívají infračervené nebo ultrazvukové senzory.

Existuje mnoho různých soutěží sumo robotů, které se liší velikostí soutěžních ringů a zároveň velikostí robotů, někdy i jejich povolenou hmotností.



Obrázek 2 Souboj sumo robotů [3]

Nejčastěji se soutěží s autonomními roboty, někdy se používají i roboti na dálkové ovládání. [2]

S robotem ze stavebnice VEX IQ máte možnost vyzkoušet obě možnosti ovládání robotů.

### Odkazy na zajímavá videa Sumo robotů



### Pravidla soutěže Sumo robotů

Pravidla soutěže Sumo robotů pro stavebnice VEX IQ jsou v příloze tohoto dokumentu. Pravidla soutěže můžete pro své využití libovolně modifikovat.

## Stavba robota SUMO

Pro stavbu prvního robota SUMO využijeme základní konstrukci podvozku „Standardní základna pohonu“, kterou následně vhodně vylepšíme pro soutěž Sumo robotů.

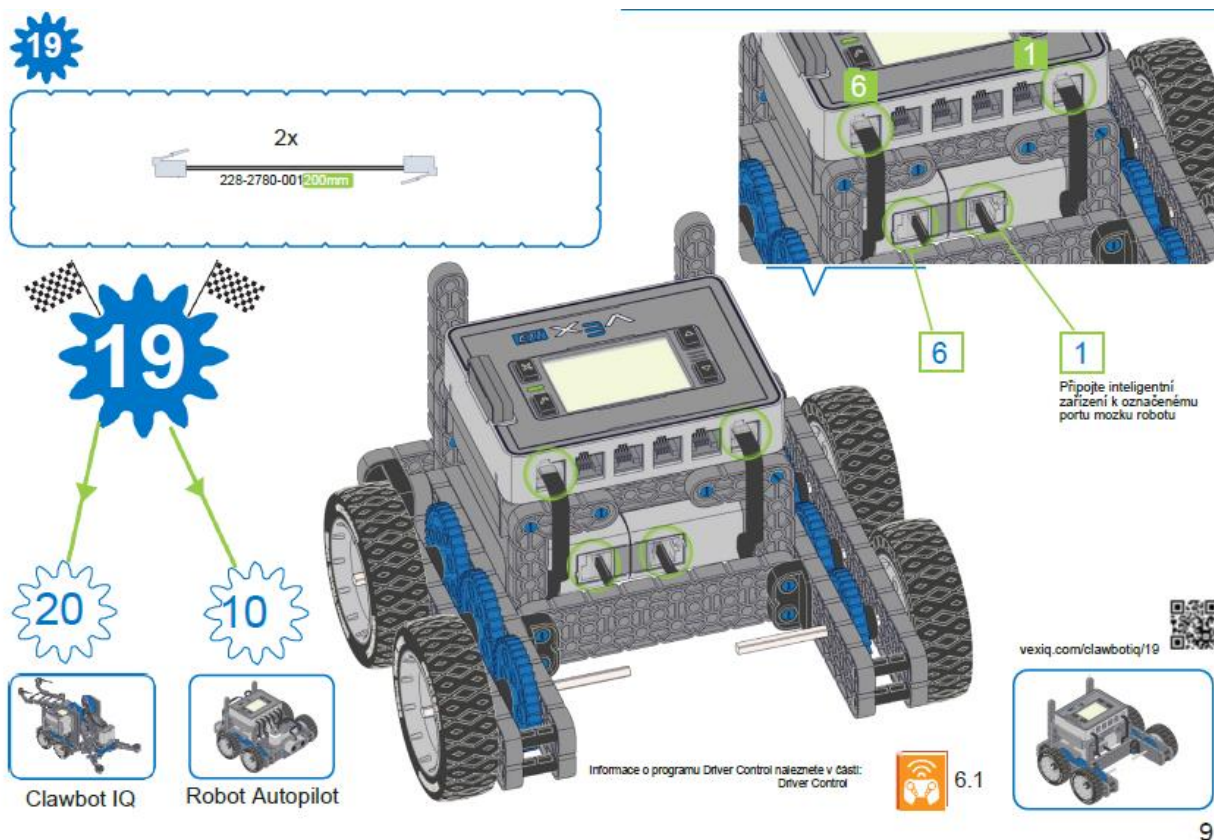
1)

Podle příručky „VEX IQ Instalační pokyny“ postavte základní konstrukci podvozku „Standardní základna pohonu“.



TIP: Návod stavby podvozku naleznete na stranách 4 až 9.

Takto vypadá postavený robot podle příručky.



2)

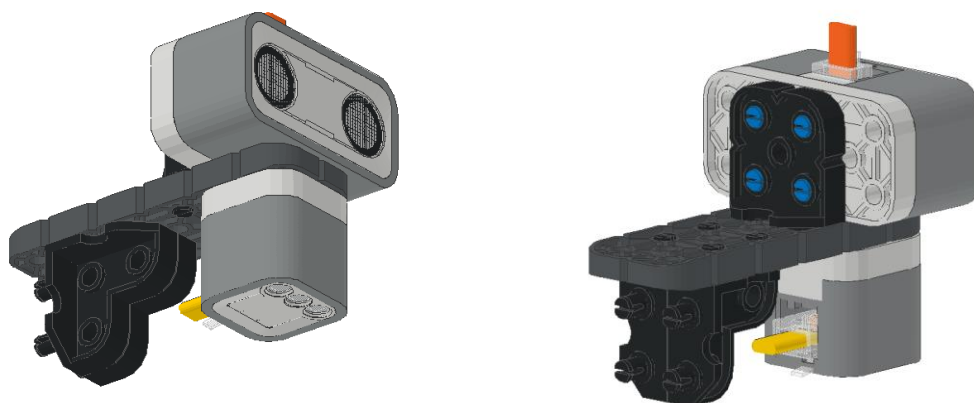
Konstrukci robota doplníme o senzor barev, který bude sledovat barvu soutěžního ringu tak, aby robot nepřejel bílou čáru ohraničující soutěžní ring. Dále do konstrukce robota přidáme senzor pro měření vzdáleností tak, aby robot mohl najít soupeře. Do přední části robota umístíme radlici, kterou využijeme od odstrčení soupeře ze soutěžního ringu.

Senzor barev je připojen na **portu 2**.

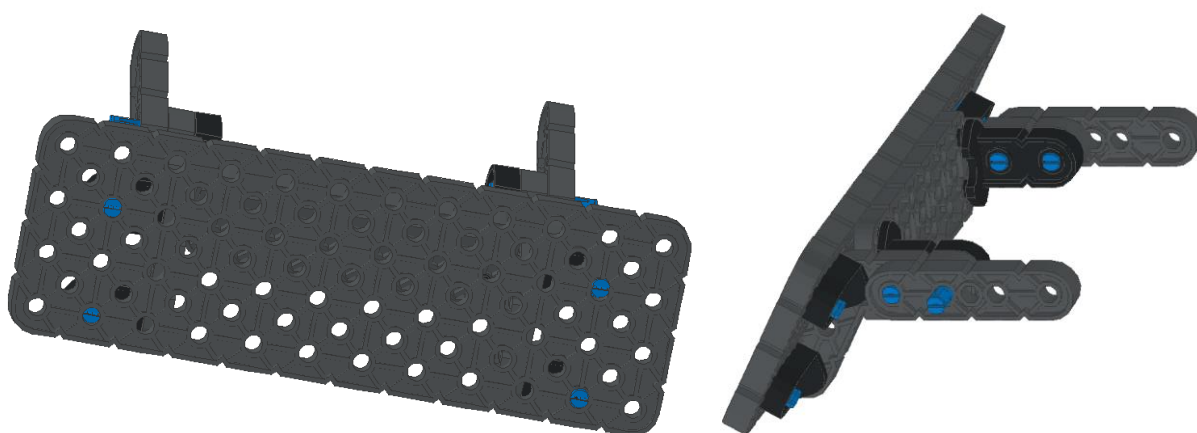
Senzor pro měření vzdálenosti je připojen na **portu 3**.

Postupujte podle obrázků nebo podle přiloženého souboru. Celý model přední radlice s držák senzorů najdete v přiloženém souboru SUMO\_predni\_cast.lbr.

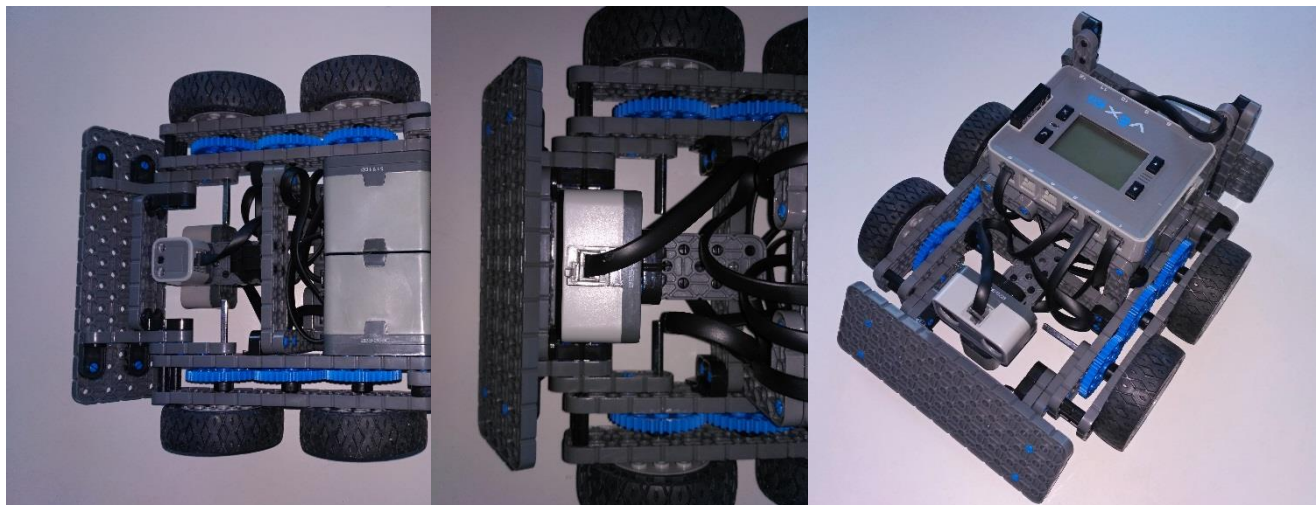
Následující obrázek zachycuje držák na senzor barev a senzor měření vzdáleností.



Na obrázku níže je přední radlice robota.

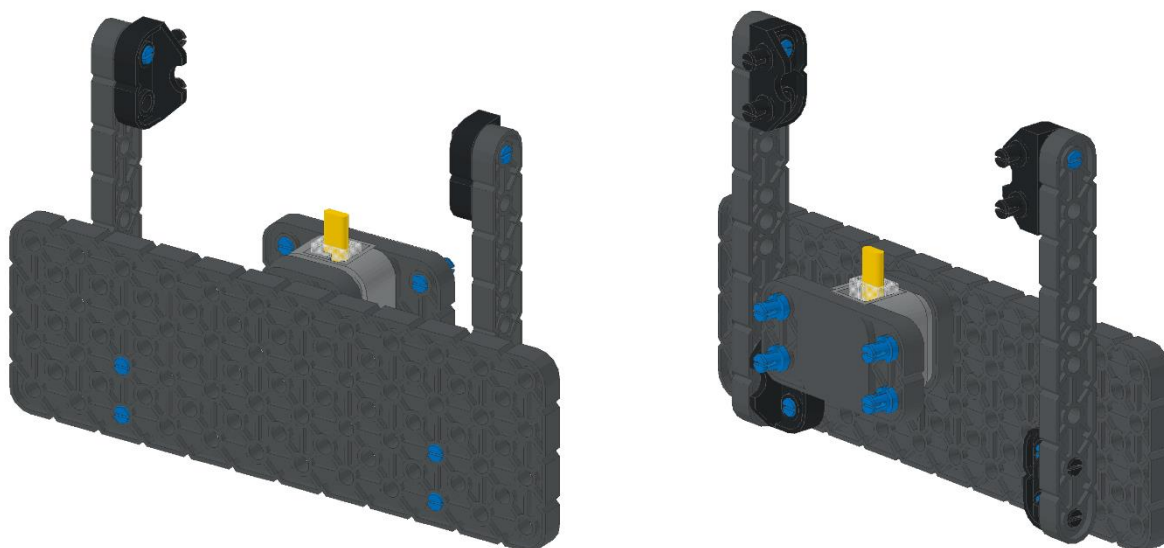


Následující obrázky ukazují uchycení přední radlice, která je provlečena i přes kovové osičky pojezdových kol. Dále vidíme jak a kam připojit držák senzorů.

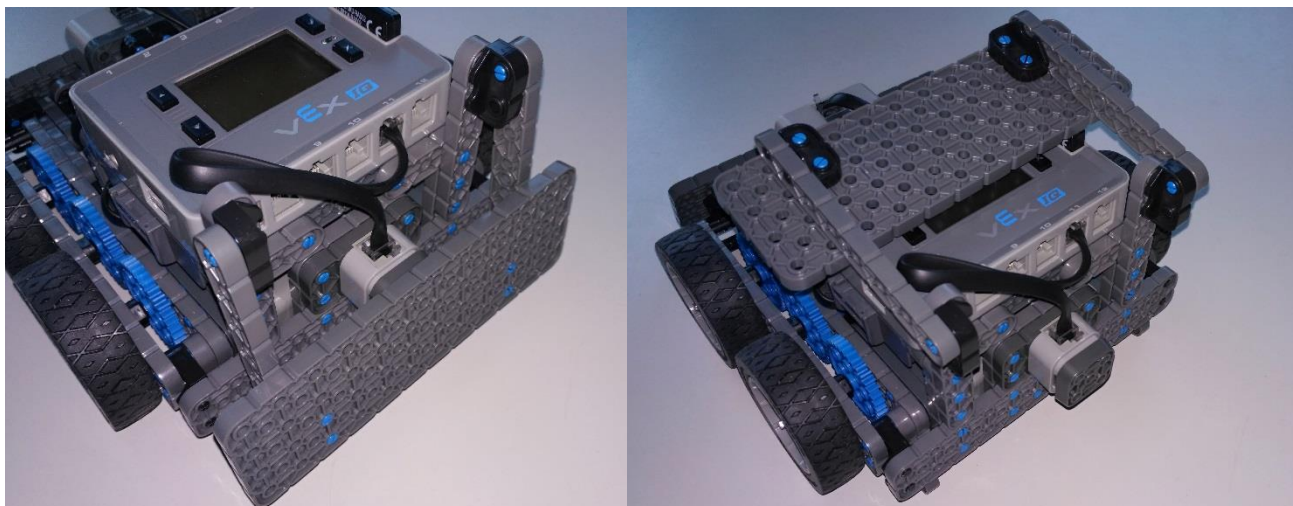


3)

Konstrukci robota doplníme o dotykový senzor umístěný v zadní části robota, který bude zaznamenávat kontakt zadní části robota se soupeřem. Pro větší účinnost dotykového senzoru sestavíme jednoduchou konstrukci, která bude pohyblivá v horním závěsu. Tato konstrukce přenesení jakýkoliv dotek do zadní části robota na dotykový senzor.



Na následujících obrázcích je patrné umístění sestavené konstrukce a dotykového senzoru přímo na robotu.



Dotykový senzor je připojen na portu 11.

Celý model této části najdete v příloženém souboru SUMO\_zadni\_cast.lbr.

4)

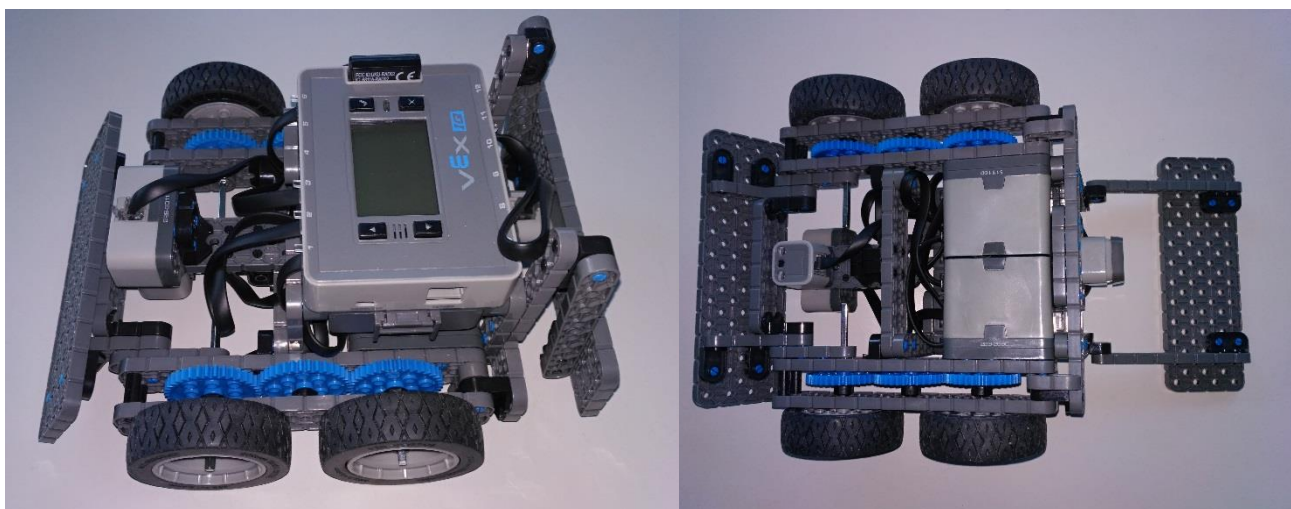
Takto vypadá postavený základní robot SUMO. Konstrukci robota upravte a vylepšete tak, aby byla lepší v soutěži Sumo robotů.



TIP: Využijte více motorů v konstrukci robota.



TIP: Inspirujte se konstrukcí robotů ze soutěží Sumo robotů.



## Programování robota SUMO

K programování robota využijte prostředí programu Modkit for VEX.

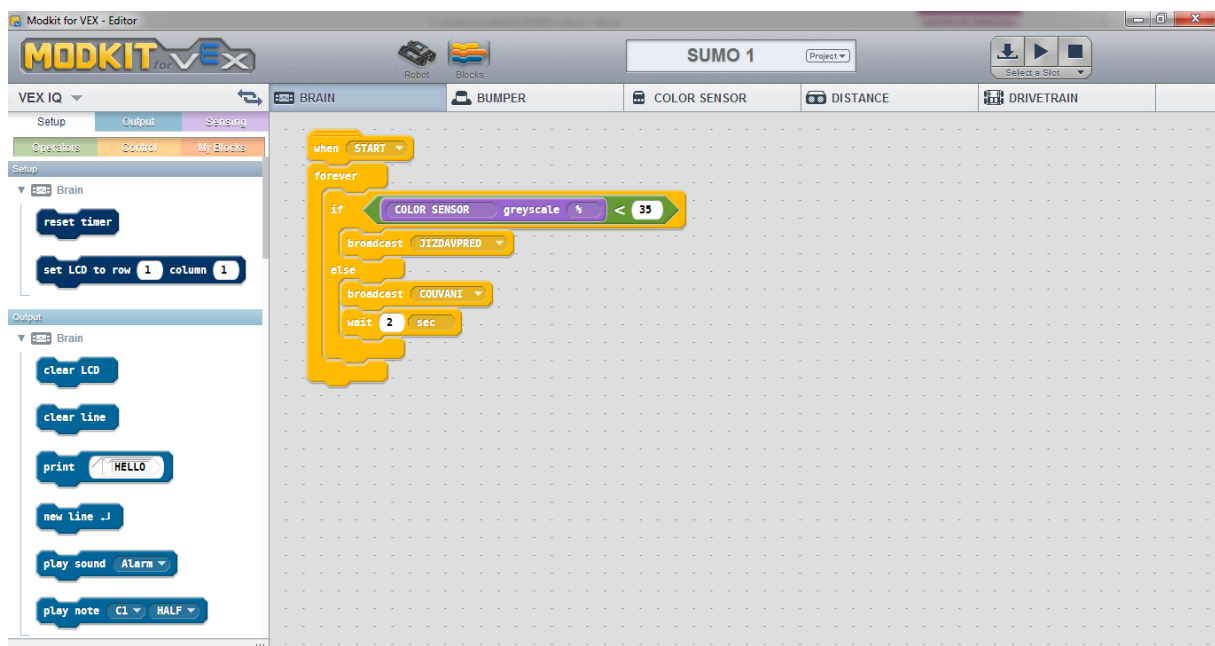
1)

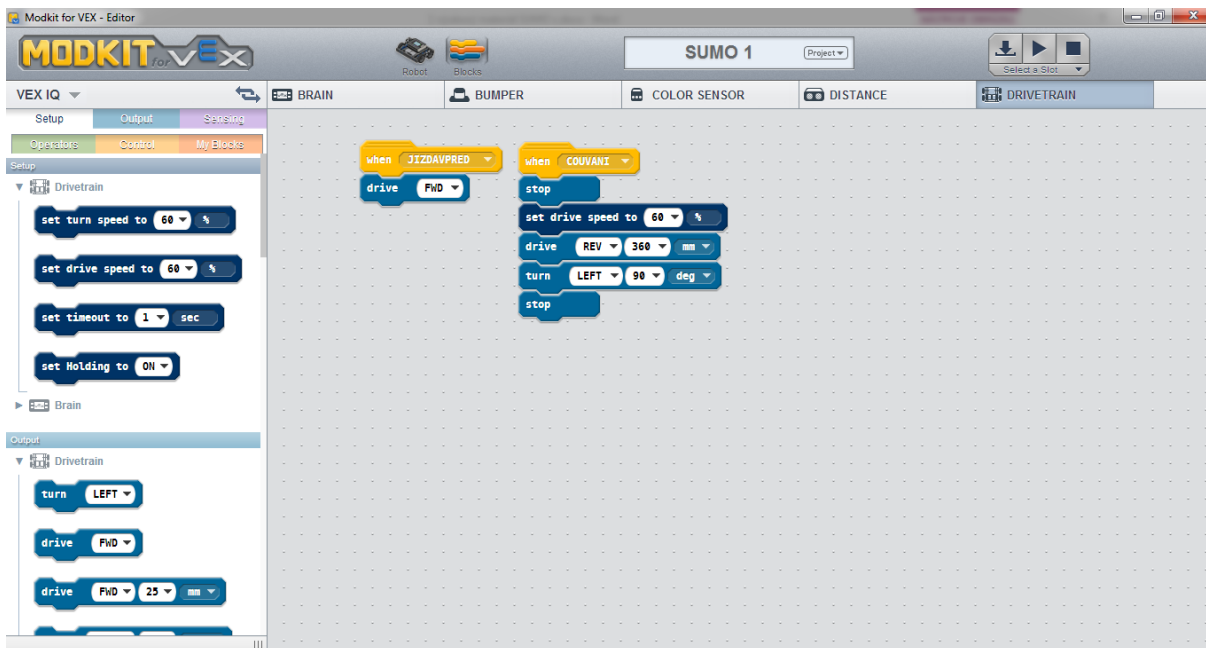
Vytvořte ovládací program pro robota SUMO tak, aby dokázal jezdit v soutěžním ringu a samovolně z něj nevyjel. Robot SUMO bude jezdit v černém kruhu, pokud najede na bílou čáru robot SUMO pojedě zpátky do černého kruhu.



TIP: Při tvorbě programu využijte senzor barev nastavený na stupně šedi.

Řešení programu je v příloženém souboru SUMO\_1.mk4v a na následujících obrázcích.





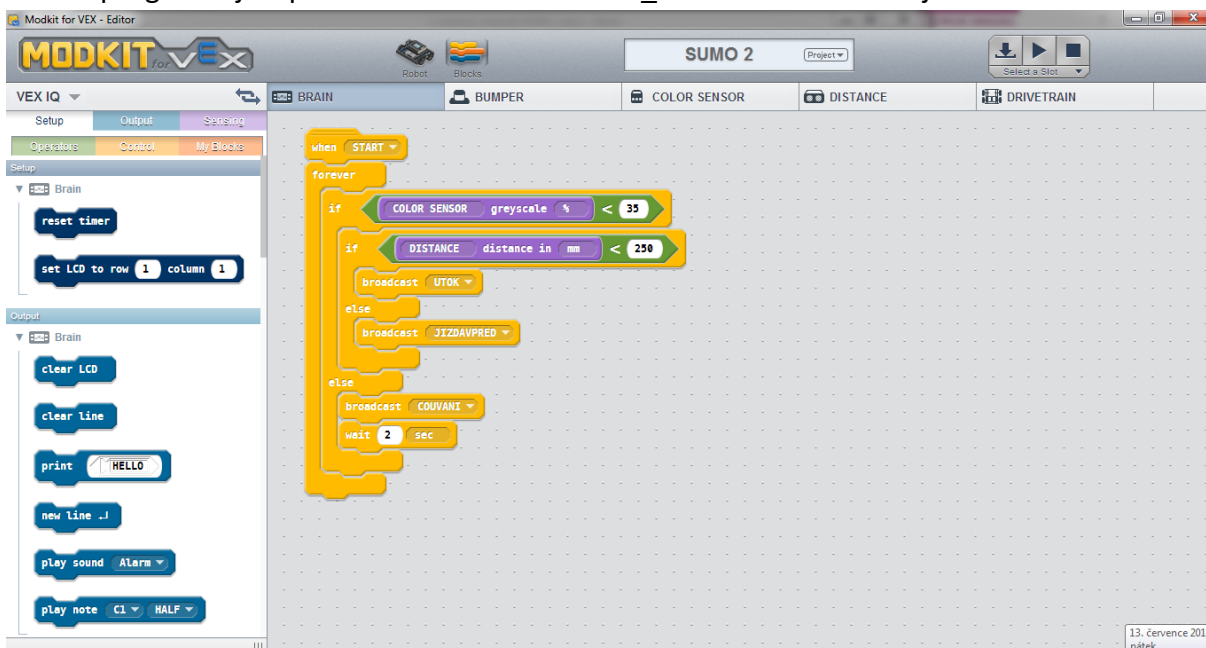
2)

Vytvořený program doplňte tak, aby robot SUMO zaznamenal soupeře ve zvolené vzdálenosti před sebou. Pokud robot SUMO uvidí soupeře před sebou tak, vyrazí jeho směrem větší rychlostí. Pokud soupeře neuvidí na zvolenou vzdálenost dál jezdí v černém kruhu.



TIP: Pokud nastavíte krátkou vzdálenost měřenou senzorem, může robot soupeře snadno přehlédnout. Pokud vzdálenost nastavíte moc velkou, může robot zaznamenat předměty mimo soutěžní ring.

Řešení programu je v příloženém souboru SUMO\_2.mk4v a na následujících obrázcích.







3)

Vytvoření program doplňte tak, aby robot SUMO využil dotykový senzor umístěný vzadu k zaznamenání kontaktu se soupeřem. V případě kontaktu se soupeřem se robot otočí.

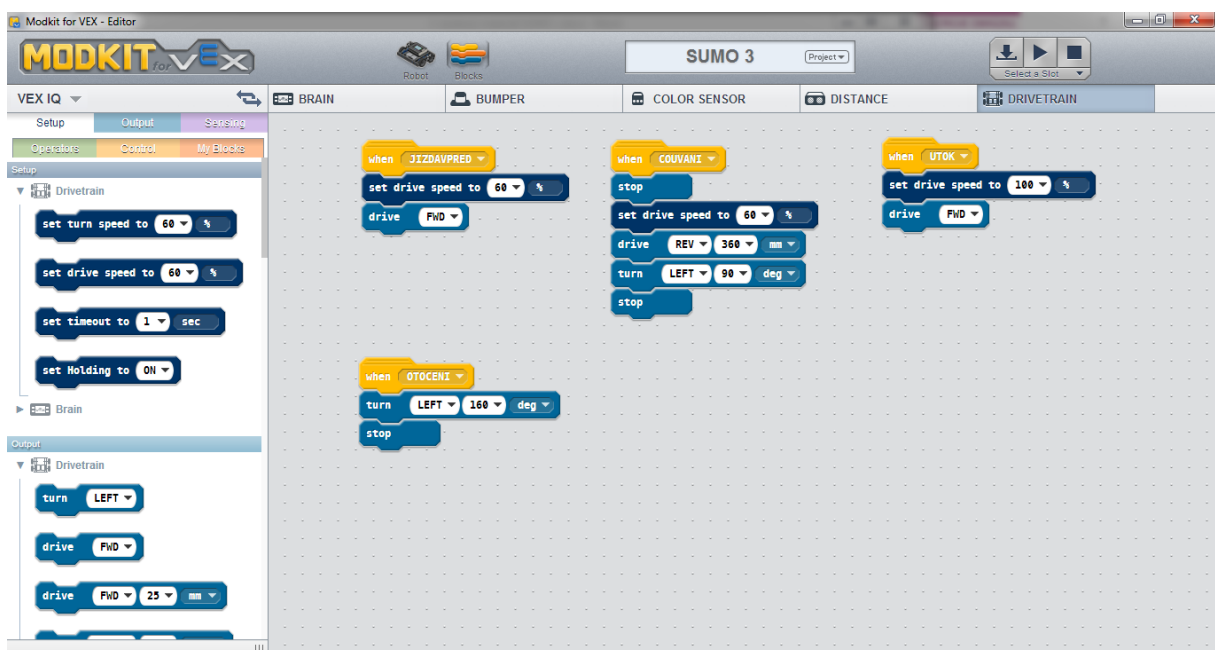


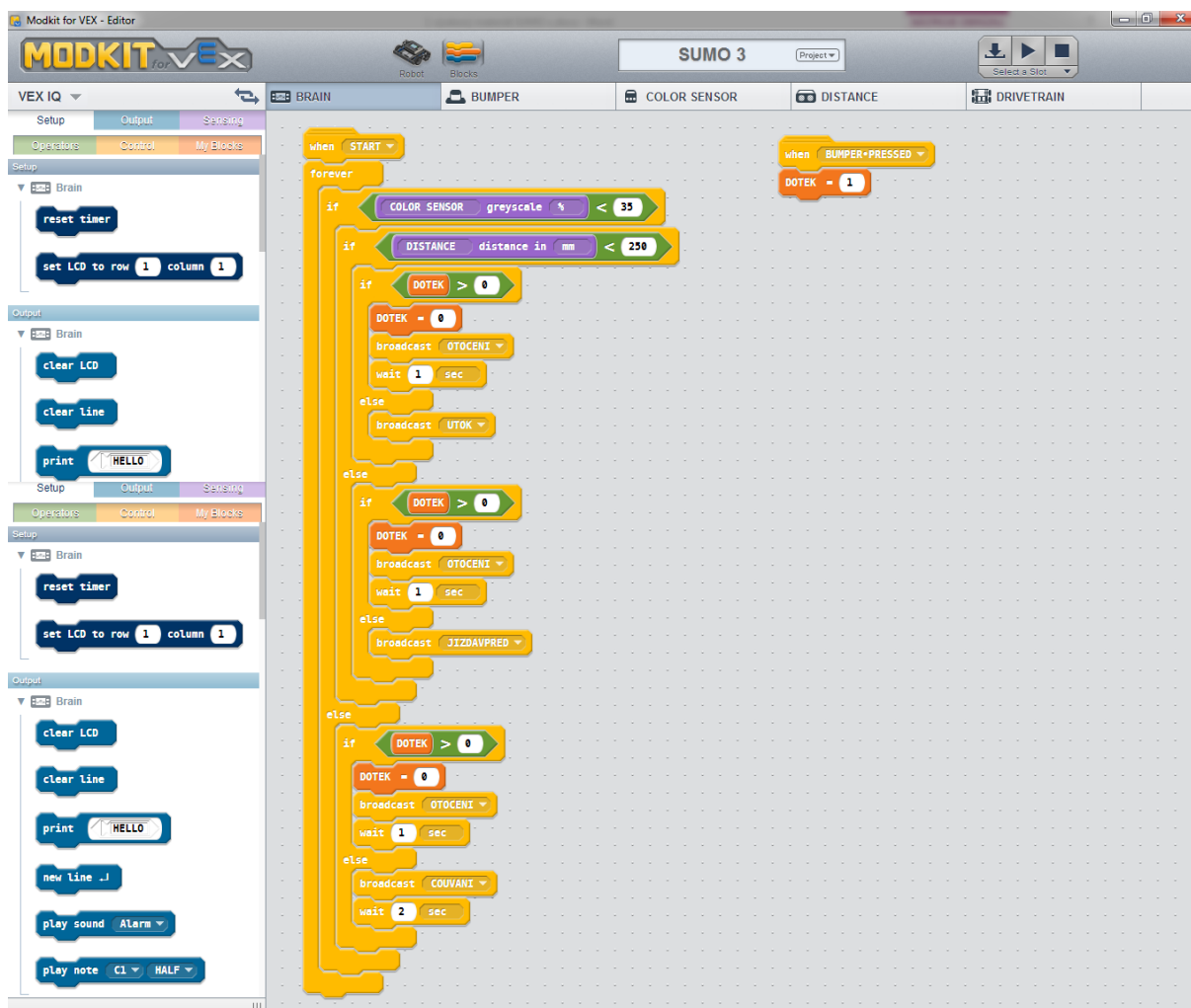
TIP: Vyzkoušejte nejdříve otočení robota po sepnutí dotykového senzoru.



TIP: Využijte při programování proměnou.

Řešení programu je v příloženém souboru SUMO\_3.mk4v a na následujících obrázcích.





4)

Vyzkoušejte robota SUMO v soutěži s jiným robotem. Upravte a vylepšete program, tak aby byl váš robot lepší, než soupeř.

5)

Odprezentujte svého robota SUMO ostatním spolužákům. Ukažte jim vlastní řešení programu a úpravy v konstrukci robota. Do prezentování zapojte všechny členy týmu.

### Co dál dělat s robotem SUMO?

- Upravte a vylepšete jeho konstrukci a ovládací program tak, aby vepředu využíval pohyblivou radlici.
- Upravte a vylepšete jeho konstrukci a ovládací program tak, aby využil více dotykových senzorů.
- Upravte a vylepšete jeho konstrukci tak, aby robota nebylo snadné překlopit nebo vytlačit ze soutěžního ringu.
- Pokud máte více senzorů pro měření vzdálenosti, využijte je v konstrukci robota pro přesnější vyhledávání soupeře. Také do konstrukce můžete zakomponovat více motorů.
- Vymyslete jinou strategii pohybu robota v soutěžním ringu. Pro novou strategii vytvořte ovládací program.
- Vytvořte ovládací program pro dálkové ovládání a soutěžte s dálkově ovládanými sumo roboty.

### Použité zdroje

- [1] Sumó. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017, 4.10.2017 [cit. 2018-06-13]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sum%C3%B3>
- [2] Robot-sumo. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017, 18.6.2018 [cit. 2018-06-13]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Robot-sumo>
- [3] Mini Sumo Robot. In: BAHÇELİEVLER TEKNOLOJİ KULÜBÜ [online]. Bahçelievler Teknoloji Kulübü, 2015 [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <http://btk0034.wixsite.com/blog/single-post/2015/10/24/Mini-Sumo-Robot>
- [4] VEX IQ Instalační pokyny. In: Školení a digitální učební materiály na portálu - Veškole.cz: VEX IQ Clawbot - návod k sestavení [online]. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: [https://www.veskole.cz/downloads/VEX/VEX\\_IQ\\_Clawbot-navod\\_k\\_sestaveni.pdf](https://www.veskole.cz/downloads/VEX/VEX_IQ_Clawbot-navod_k_sestaveni.pdf)

## Přílohy

<i>název souboru</i>	<i>popis</i>
pravidla_SUMO_VEX_IQ.pdf	pravidla pro soutěž Sumo robotů VEX IQ
SUMO_predni_cast.ldr	model přední části konstrukce robota
SUMO_zadni_cast.ldr	model zadní části konstrukce robota
SUMO_1.mk4v	program pro robota
SUMO_2.mk4v	program pro robota
SUMO_3.mk4v	program pro robota
video_SUMO.avi	video robota SUMO

Materiály vznikly v rámci projektu „METODIKA A VZOROVÉ ÚLOHY V ROBOTICE (VEX IQ A VEX EDR)“ financovaného z prostředků Evropského fondu pro regionální rozvoj – OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost a realizovaného AV MEDIA, a.s. ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou Univerzity Hradec Králové.

Autor: Mgr. Petr Coufal

Datum vytvoření: červenec 2018