

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA INFORMATIKY

Mgr. Patrik Klofáč

Badatelsky orientovaná výuka robotiky

Disertační práce

Školitel: doc. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D.

Studijní obor: Informační a komunikační technologie ve vzdělávání

ČESKÉ BUDĚJOVICE 2023

UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA IN ČESKÉ BUDĚJOVICE

FACULTY OF EDUCATION

DEPARTMENT OF INFORMATICS

Mgr. Patrik Klofáč

Inquiry-based learning of robotics

Thesis

Supervisor: doc. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D.

Field of study: Information and communication technology in education

ČESKÉ BUDĚJOVICE 2023

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Mgr. Patrik Klofáč

Název disertační práce: Badatelsky orientovaná výuka robotiky

Název disertační práce anglicky: Inquiry-based learning of robotics

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Informační a komunikační technologie ve vzdělávání

Školitel: doc. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D.

Školitel specialista: -

Rok obhajoby: 2023

Klíčová slova v češtině: badatelsky orientovaná výuka, robotika, informatické myšlení

Klíčová slova v angličtině: inquiry-based learning, robotics, computational thinking

Abstrakt

Nově pojatá informatika zaměřená na rozvíjení informatického myšlení žáků hledá nová témata a nové moderní metody výuky podporující aktivního žáka. Ve školním prostředí se robotika jeví jako vhodné vzdělávací téma pro rozvíjení informatických dovedností, kompetencí a informatického myšlení. Práce s roboty nebude přínosná, pokud metody její výuky budou s pasivním žákem, transmisivní a instruktážní. Z těchto důvodů je třeba hledat nové metody a jednou z možných je badatelsky orientovaná výuka. Obecně téma badatelsky orientované výuky v informatice a též v robotice je prakticky neprobádané, není zřejmé, co si pod takovou výukou představit. Proto je výzkum zaměřen na vedení výuky základů robotiky badatelsky orientovanými úlohami.

Cílem výzkumu bylo vytvořit badatelsky orientované úkoly do hodin robotiky a zjistit, zda badatelsky orientovaná výuka robotiky přispívá k rozvoji informatického myšlení žáků druhého stupně základních škol v těchto třech složkách algoritmizace, abstrakce a evaluace. Práce se opírá o kvalitativní výzkum využívající metodu akčního výzkumu. Sběr dat byl zajišťován pomocí rozhovorů s učiteli, pozorováním a natáčením žáků při práci a žakovských dotazníků. Výsledky výzkumu poskytly zajímavý a důležitý náhled jak na strukturu tvorby badatelských úloh robotiky, tak na východiska, jak takové úlohy vylepšovat a na jaké aspekty si ve výuce dávat pozor. Zjištěné poznatky mohou přispět k rozvoji výuky informatiky.

Abstract

Newly conceived informatics focused on the development of pupils' computational thinking is constantly looking for new topics and new modern teaching methods to support active pupils. In the school environment, robotics appears to be a suitable educational topic for developing IT skills, competences, and computational thinking. Working with robots will not be beneficial if the teaching methods are used with passive pupils, and are merely transmissive, and instructional. For these reasons, it is necessary to look for new methods, and one of the possibilities is inquiry-based learning. In general, the subject of inquiry-based learning in informatics and also in robotics is practically unexplored, and it is not yet clear what to imagine under the heading of such teaching. Therefore, the research is focused on teaching the basics of robotics with inquiry-based learning tasks.

The goal of the research was to create inquiry-based learning tasks for robotics lessons, and to find out whether inquiry-based robotics learning contributes to the development of computational thinking of second stage primary school (or middle school) students in these three components of algorithmization, abstraction, and evaluation. The work is based on qualitative research, using the action research method. Data collection was ensured by interviews with teachers, observation, and filming of students at work, along with student questionnaires. The results of the research provided an interesting and important insight into the structure of the creation of robotics research tasks, as well as the starting points for how to improve such tasks, and even what aspects to pay attention to in teaching. The findings can contribute to the development of informatics teaching.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především svému školiteli panu docentu Jiřímu Vaníčkovi, že se mě v počátcích studia ujal a že se mi vždy plně věnoval. Chtěl bych mu poděkovat za všechny podnětné rozhovory, rady a nápady, které mi v průběhu celého období poskytoval, a za všechnen čas a energii, které věnoval vedení této práce. Děkuji své partnerce Zuzaně, že mi byla oporou a vždy, když jsem potřeboval věnovat čas studiu, se postarala o vše ostatní. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu, bez které bych nebyl, tam kde jsem.

Prohlašuji, že svoji disertační práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. 4. 2023

.....

Obsah

1. Úvod	12
2. Současný stav studované problematiky	14
2.1. Digitální vzdělávání	14
2.2. Informatické myšlení	15
2.3. Robotika	20
2.4. Badatelsky orientovaná výuka	24
2.5. Shrnutí problematiky	32
3. Cíl disertační práce	34
4. Metodologie výzkumu	35
4.1. Design výzkumu	35
4.2. Místo výzkumu	36
4.3. Vzorek účastníků	37
4.4. Etika výzkumu	37
4.5. Volba robotické stavebnice a softwaru	38
4.6. Sběr dat	40
4.7. Realizace výuky	43
4.8. Analýza dat	46
4.9. Zajištění kontroly kvality výzkumu	48
4.10. Fáze výzkumu	49
4.10.1. První fáze – vytvoření sady BOV robotických úloh	49
4.10.2. Druhá fáze – analýza složek informatického myšlení	67
4.10.3. Třetí fáze – vyhodnocení získaných dat	69
5. Výsledky, jejich analýza a diskuze	70
5.1. Nesou vytvořené robotické úlohy badatelské znaky?	71
5.2. Disponují BOV robotické úlohy potenciálem rozvíjet IM?	75
5.3. Vnímání BOV robotiky učiteli 2. stupně ZŠ	79
5.4. Vnímání BOV robotiky žáky 2. stupně ZŠ	87
5.5. Jak vytvořit badatelskou úlohu	92
5.6. Zjištění	94
5.7. Doporučení	98
6. Přínos výzkumu	100

7. Závěr	101
Literatura	103
Publikační činnost	115
Účast na projektech	117
Přílohy	118

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Znázornění badatelské výuky (Dostál, 2015)</i>	25
<i>Obrázek 2: SW EV3 Classroom App</i>	39
<i>Obrázek 3: Práce na BOV robotické úloze Problém na křižovatce</i>	43
<i>Obrázek 4: Testování funkčnosti robota při úloze Adaptivní tempomat</i>	44
<i>Obrázek 5: Konstruování robotické závory</i>	45
<i>Obrázek 6: Práce na BOV robotické úloze Závora na parkovišti</i>	45
<i>Obrázek 7: Kódování textu v aplikaci ATLAS.ti</i>	47
<i>Obrázek 8: Ganttův diagram znázorňující jednotlivé fáze výzkumu</i>	49
<i>Obrázek 9: Cyklus první fáze (Holcová a kol., 2019)</i>	50
<i>Obrázek 10: Robot reprezentující model auta</i>	55
<i>Obrázek 11: Program pohybu č. 1</i>	56
<i>Obrázek 12: Program pohybu č. 2</i>	56
<i>Obrázek 13: Robot reprezentující model auta</i>	59
<i>Obrázek 14: Program k úloze adaptivní tempomat</i>	60
<i>Obrázek 15: Robot reprezentující model závory</i>	63
<i>Obrázek 16: Program k úloze závora</i>	64
<i>Obrázek 17: Kódování videa v programu ATLAS.ti</i>	67
<i>Obrázek 18: Robotická závora v1</i>	76
<i>Obrázek 19: Robotická závora v2</i>	76
<i>Obrázek 20: Myšlenková mapa</i>	77
<i>Obrázek 21: Jedna z výpovědí na otázku objevování</i>	87
<i>Obrázek 22: Jedna z výpovědí na otázku proběhlé výuky</i>	88
<i>Obrázek 23: Jedna z výpovědí na otázku rozdílnosti výuky</i>	89

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Vymezení oblastí rozvoje informatického myšlení (Klement a kol., 2022)</i>	19
<i>Tabulka 2: Fáze učení bádáním (Djuniadi a kol., 2022)</i>	26
<i>Tabulka 3: Čtyři úrovně BOV (Banchi, Bell, 2008)</i>	29

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BOV	Badatelsky orientovaná výuka
CT	Computational thinking
GLOBE	Global Learning and Observation to Benefit the Environment
IBL	Inquiry-Based Learning
ICT	Informační a komunikační technologie
IM	Informatické myšlení
IT	Informační technologie
MŠ	Mateřská škola
MŠMT	Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PRIM	Podpora rozvíjení informatického myšlení
RVP	Rámcový vzdělávací program
SŠ	Střední škola
SW	Software
ŠVP	Školní vzdělávací program
ZŠ	Základní škola

1 Úvod

V posledních několika málo letech se edukační robotika v České republice, stejně jako v řadě jiných zemí, ocitá na vzestupu. Základní školy dostaly finanční injekci na nákup robotických hraček a stavebnic, ale prozatím se potýkají s absencí vhodných učebnic pro různé robotické pomůcky a s tápajícími představami, jak pomůcky relevantně a efektivně využívat. Již není takový problém disponovat nějakou robotickou hračkou nebo stavebnicí, problém nastává v personálním zabezpečení, kdo bude robotiku učit. V rámci inovace Rámcového vzdělávacího programu (RVP) z informatiky se do škol dostávají robotické stavebnice nebo jiné robotické pomůcky. Z tohoto důvodu předpokládáme, že v průběhu studia se žák setká s některou z robotických stavebnic a bude plnit konstrukční či programovací úlohy. Zapojení robotů do výuky informatiky se jeví vhodným tématem. Je to téma pro moderní výukové metody s žákem aktivně přistupujícím ke svému vzdělání, u nichž je možné rozvíjet vzájemnou komunikaci a jejich spolupráci, k čemuž mimo jiné vede i badatelsky orientovaná výuka (BOV).

Právě s badatelskou metodou nejsou v oblasti robotiky zkušenosti. Robotika sama o sobě obsahuje velice zajímavý vzdělávací koncept, a to spolu s nedostatkem informací v nastíněném okruhu vyvolalo impulz zabývat se výzkumem vzdělávacího obsahu robotiky pro druhý stupeň základních škol v kontextu BOV.

- Vyzkoumat úlohy badatelsky orientované v robotice a zjistit, které z úloh mohou být použitelné a za jakých podmínek;
- objevit podobu těchto badatelsky orientovaných robotických úloh, jejich způsob tvorby a ověření v praxi;
- vyzkoumat, níže uvedenými metodami, čím a nakolik přispívají k rozvoji žakových dovedností algoritmizace, abstrakce a evaluace;
- prozkoumat, zda robotické úlohy, které se ve škole již používají, skutečně podporují badatelský přístup žáků.

V této práci chceme vyzkoumat a ujasnit podobu BOV ve výuce robotiky, aby se nejednalo pouze o problémovou, heuristickou úlohu.

Práce je rozčleněna do několika kapitol. Druhá kapitola pojednává o současném stavu studované problematiky u nás i ve světě. Zaměřili jsme se na digitální vzdělávání, pojem informatické myšlení a jeho vymezení ve školství, dále na koncept robotiky, pojetí edukační robotiky a její vstup do předmětu informatiky. Rovněž se zabýváme pojmem badatelsky orientovaná výuka a jejími přínosy, negativy a především dosavadními zjištěními v přístupu této výukové metody k informatice.

Ve třetí kapitole jsou stanoveny hlavní a dílčí cíle disertační práce. Definuujeme výzkumné otázky a k nim vymezujeme očekávané výstupy.

Čtvrtá a pátá kapitola obsahují design našeho výzkumu. Popisujeme naši strategii, fáze výzkumu, zdůvodňujeme výzkumné metody a výběr účastníků výzkumu. Jsou zde představeny vytvořené robotické úlohy podepřené analýzou a výsledky našeho kvalitativního výzkumu. Ve výsledcích odpovídáme na položené otázky, seznamujeme čtenáře s vnímáním BOV učiteli a žáky. Pátou kapitolu uzavíráme zjištěními z proběhlých BOV robotických úloh a doporučeními pro učitele.

Šestá kapitola slouží k představení přínosů výzkumu od vytváření BOV úloh až po názory učitelů a žáků. V kapitole sedm jsou uvedena shrnutí našich zjištění a návrhy pro některé z dalších eventuálních výzkumů.

2 Současný stav studované problematiky

V rámci této kapitoly se v podkapitole 2.1, 2.2, 2.3 a 2.4 věnujeme vymezení základních termínů této práce, zejména definicím, přínosům, negativním složkám a jejich potenciálu.

Podkapitola 2.1 se zabývá proběhlými změnami Strategií digitálního vzdělávání a vymezením pojmu digitální vzdělávání v České republice a ve světě. Podkapitola 2.2 se věnuje informatickému myšlení, které je klíčovým pojmem pro definování cílů vzdělávání informatiky ve školství. Vliv na způsob informatického myšlení a jeho rozvíjení mohou mít také dovednosti nabyté prací s roboty, obzvláště pak badatelsky orientovaná práce s nimi. O robotice a edukační robotice pojednává podkapitola 2.3.

V podkapitole 2.4 se zabýváme vymezením badatelsky orientované výuky, jejím rozdělením, přínosy, negativy a dopadem na rozvíjení žákových kompetencí.

2.1 Digitální vzdělávání

Globalizující se svět a zrychlený technologický rozvoj způsobily rozmach algoritmů sociálních sítí, umělé inteligence, virtuální reality apod. Vzdělávací instituce a samotný vzdělávací proces z těchto důvodů musí přijít s novými metodami, aby se s příslušnými výzvami vyrovnaly. Digitalizace vzdělávání takovou možnost nabízí, neboť vzdělávací proces slouží jako jeden ze základů ekonomické prosperity každé země (Orosz a kol., 2019). Informační a komunikační zařízení, jak uvádí Kis-Tóth (2012), se v dnešní době stala nepostradatelnou součástí každodenního života a zároveň dochází k rostoucí medializaci učení a výuky prostřednictvím digitálních technologií a příslušných aplikací. V rychle se měnícím sociálním a technologickém prostředí, ve stále konkurenčnějším a vysoce propojeném světě, v rámci paradigmatu celoživotního učení, bude každý člověk potřebovat širokou škálu životních dovedností a jejich neustálé rozvíjení po celý život (Balogh a kol., 2012; Connolly, 2020).

V roce 2014 přijala vláda ČR po odborné diskusi pedagogů a učitelů, informatiků, škol, veřejnosti, zaměstnavatelů a IT firem strategický dokument Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020 (MŠMT, 2014). Dokument byl závazný především pro Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT), aby poskytl inovace ve vzdělávání v této oblasti.

Třemi hlavními cíli byly rozvoj inforatického myšlení, rozvoj digitální gramotnosti a otevření vzdělávání novým metodám a způsobům učení prostřednictvím digitálních technologií (Vaníček, 2021).

Vhodné a věku odpovídající využívání digitálních technologií by mělo být běžné ve všech oblastech vzdělávání. Mělo by se stát užitečnou součástí vyučování a podporovat jak inforatické myšlení, tak digitální gramotnost žáků. Výuka informatiky by se neměla omezovat pouze na principy fungování digitálních technologií, ale měla by být předpokladem účelného použití digitálních technologií ve všech oblastech (Fryč a kol., 2020).

V lednu 2021 zveřejnilo ministerstvo školství nový RVP pro základní vzdělávání (MŠMT, 2021). Tento dokument definuje národní kurikulum, jehož součástí je i nové pojetí informatiky. Používání dosavadních termínů informační a komunikační technologie (ICT) a informatika začínalo být nevyhovující, protože tyto termíny byly v široké i pedagogické veřejnosti vnímány jako sémanticky ekvivalentní a také se příliš přikláněly obsahové stránce vzdělávání. Nově se začaly používat termíny, které vyzdvihují cíle vzdělávání a rozvoj jedince: inforatické myšlení a digitální gramotnost. Nová informatika se bude nově věnovat především programování, algoritmizaci a robotice (Vaníček 2021).

2.2 Inforatické myšlení

Jeannette M. Wing (2010) uvádí, že inforatické myšlení (IM) (CT z anglického computational thinking) lze velmi dobře využít i pro řešení problémů běžného života. Z volně přeložené definice inforatického myšlení vyplývá, že inforatické myšlení je složitý myšlenkový proces zabývající se formulací problémů a formulací řešení problémů způsobem umožňujícím tato řešení efektivně provést agentem zpracovávajícím informace (Wing, 2017). Paul Wang (2016) ve své knize „From computing to computational thinking“ definuje inforatické myšlení pomocí slova „Computize“. Pokud chceme využívat inforatické myšlení podle Wanga, budeme zkoumat, analyzovat, navrhovat, plánovat, pracovat a řešit problémy z výpočetní perspektivy.

Jak uvádí Lessner (2014), termín inforatické myšlení je způsoblost „*myslet jako informatik při řešení problémů.*“ Tento způsob myšlení je založen na inforatických metodách řešení daného problému nebo otázky. Inforatické myšlení žáka učí různých

postupů, analýze, vyjadřování myšlenek, vedoucích k řešení problému, hledání řešení a také zápisu. Jedná se o metodu, která dovede žáka k vyřešení problému při zachování jisté posloupnosti.

Některé z dalších vybraných volně přeložených definic informatického myšlení:

- informatické myšlení je naučit se myslet jako ekonom, fyzik, umělec a pochopit, jak používat výpočetní techniku k řešení svých problémů, k tvorbě a k objevování nových otázek, které lze zkoumat (Hemmendinger, 2010),
- informatické myšlení je proces rozpoznávání aspektů výpočetní techniky ve světě, který nás obklopuje, a používání nástrojů a technik z informatiky k pochopení a zdůvodnění přírodních i umělých systémů a procesů (Furber, 2012),
- mentální proces abstrakce problémů a vytváření automatických řešení (Yadav a kol., 2014).

V průběhu let se objevilo mnoho definic pojmu informatické myšlení (Wing, 2006; Denning, 2011; Hu, 2011; Aho, 2012; The Royal Society, 2012; Selby a Woollard, 2014).

Neexistuje jednoznačná definice informatického myšlení, hlavní napětí ve snaze definovat IM souvisí s vymezením klíčových kompetencí IM, oproti okrajovějším kompetencím. Pro účely konceptualizace IM a jeho začlenění do vzdělávání bychom se neměli pokoušet o konečnou definici IM, ale spíše se snažit najít podobnosti a vztahy v diskusích o IM (Voogt a kol., 2015; Tedre, Denning, 2016).

Informatické myšlení je stále více považováno za nedílnou součást moderní školy. Kabátová a kol., (2016) uvádí požadavky, ze stran pedagogů, tvůrců vzdělávací politiky i ze stran vědců, aby se informatické myšlení stalo součástí základního vzdělávání všech dětí. Autoři však uvádí různé důvody k tomuto smýšlení. Část považuje informatické myšlení za novou gramotnost, kterou by si měl každý rozvíjet z důvodů, aby se stal plně rozvinutým jedincem v digitálním světě. Jiný se domnívají, že by si žáci měli rozvíjet informatické myšlení, protože by jej mohli využít v pozdějším pracovním zaměření v oblasti informatiky (Kabátová a kol., 2016; Kafai, 2016).

Ve vzdělávacích dokumentech „Teachers as Designers of Learning Environments“ a národního kurikula v Anglii pro studijní programy informatiky (Department for Education,

2013; OECD, 2018; atd.), můžeme v posledních letech pozorovat rozšíření důrazu na rozvoj, počínaje dovednostmi při práci s digitálními technologiemi a konče informatického myšlení.

Informatické myšlení má v informatice dlouhou historii. V 50. a 60. letech 20. století bylo známé jako „algoritmické myšlení“ a znamenalo myšlenkovou orientaci na formulování problémů jako převody nějakého vstupu na výstup a hledání algoritmů, které tyto převody provedou. Dnes je tento termín rozšířen tak, že zahrnuje myšlení s mnoha úrovněmi abstrakce, používání matematiky k vývoji algoritmů a zkoumání toho, jak dobře se řešení škáluje v různých velikostech problémů (Denning, 2009).

Informatické myšlení se skládá z několika složek a dovedností – abstrakce, algoritmy a postupy, dekompozice, ladění, generalizace (Angeli, 2016). U informatického myšlení se mnohokrát setkáváme s pojmy algoritmus, kódování, možnosti zápisu, informace. Informatické myšlení vzbuzuje a rozvíjí v žácích myšlení, které naleznou uplatnění nejen v informatice, ale i v každodenním životě (Stuchlíková a kol., 2015).

Jednotlivé složky IM lze vnímat takto:

- **Algoritmizace** reprezentuje zejména proces tvorby algoritmů a algoritmických řešení, která slouží nejen k východisku jedné úlohy, ale i východisku celé řady úloh, odlišujících se od sebe počátečními údaji (Selby, Woollard, 2013). Algoritmus simuluje transformaci daného objektu, myšlenky kontextualizované ve virtuálním nebo reálném světě do spustitelné výpočetní reprezentace (Curzon, McOwan, 2017). Algoritmické myšlení je chápáno jako dominantní složka informatického myšlení Curzon a McOwan (2017) algoritmické myšlení dokonce určují za jádro informatického myšlení. S tímto tvrzením, že algoritmy jsou ústředním prvkem informatického myšlení, se shoduje i Yadav a kol., (2017). Algoritmy jsou základem nejzákladnějších úkolů, které řeší každý člověk, od jednoduchého vaření až po složitější např. řízení auta. Existuje obecná mylná představa, že algoritmy se používají pouze k řešení matematických problémů a nejsou použitelné v jiných oborech. Pochopení algoritmů jako souboru přesných kroků poskytuje základ pro pochopení toho, jak vytvořit algoritmus, který lze implementovat do počítačového programu (Yadav a kol., 2017).
- Pojem **abstrakce** znamená pro různé lidi v různých souvislostech různé věci (Cetin, Dubinsky, 2017). Existuje celá řada názorů na abstrakci jako na pojem i proces

(Vaníček a kol., 2021) Dagienė a kol. (2017) tvrdí, že v informatice abstraktní myšlení zahrnuje schopnosti jako odstranění zbytečných detailů, vyhledání klíčových prvků problému a výběr reprezentace systému. Wing (2017) uvádí, že abstrakce se v informatice používá při definování vzorů, zobecňování z konkrétních případů a parametrizaci. Používá se k zastoupení skupiny objektů jediným objektem. Používá se k zachycení podstatných vlastností společných množině objektů a zároveň ke skrytí nepodstatných rozdílů mezi nimi (Wing, 2017). Obecně se jedná o schopnost ignorovat nepodstatné detaily a zaměřit se na důležité. Například řidiče zajímá, jak se auto řídí, nikoli jeho způsob fungování, či sestavení. Uživatel počítače se stará pouze o to, jakým způsobem poklepat na tlačítko myši a jakou klávesu stisknout, obecně přehlíží funkčnost počítače uvnitř (Wang, 2016; Cansu, Cansu, 2019). Pojem abstrakce není skloňován pouze v souvislosti s infromatickým myšlením, ale lze nalézt také ve společenských a přírodních vědách (Barr a Stephenson, 2011) nebo také v umění a hudbě (Kramer, 2007).

- Informatické myšlení stejně jako proces řešení problémů obsahuje složku **evaluate** (hodnocení) (Fraillon a kol., 2019). V průběhu procesu, ale především po jeho zformování, je třeba řešení otestovat, aby bylo zajištěno, že dříve formulovaný cíl lze dosáhnout. Součástí procesu hodnocení je i tzv. debugging – vyhledávání a ladění chyb. Ladění je důležité z důvodů otestování vytvořených řešení. Murphy a kol., (2008) identifikují různé strategie ladění, včetně testování, odstraňování chyb a porovnávání vzorů. Žáci a studenti rozpoznávají procesy identifikování vzorů a porovnávání vzorů prostřednictvím intuitivního pozorování a jednání. Riley a Hunt (2014) ve své publikaci nacházejí podobnosti mezi procesem ladění a důkazem matematické úlohy. V kontextu vzdělávání umožňuje ladění také hlubší porozumění chování studentů při řešení problémů (Liu a kol., 2017; Labusch a kol., 2019). Evaluate má za cíl ověřit správnost a účelnost navržených řešení. Za tímto účelem je potřeba vždy vyhodnotit řešení z různých stanovisek, mezi které patří správnost fungování, rychlost, efektivita, náročnost použití řešení z pohledu uživatele, řešení nestandardních situací apod. (Selby, Woollard, 2013).

Následující komparační tabulka vytvořená Klementem a kol. (2022) demonstruje dílčí složky informatického myšlení na základě formulace CSTA, ISTE (2011). Klíčová slova a fráze užitá v tomto vymezení podle Chen a kol., (2017), na jejichž principu vymezujeme odpovídající dovednosti informatického myšlení (Selby, 2012; Wing 2014; Bocconi a kol., 2016; Angeli, Nicos, 2020), které se k těmto konceptům vážou a které by měl informaticky myslící žák zvládnout.

Originální vymezení CSTA & ISTE	Klíčová slova	Odpovídající IM dovednost
Formulace problémů pro strojové řešení	Formulace	Syntaxe, programování
Logicky organizovat a analyzovat data	Data	Zpracování dat
Reprezentovat data pomocí abstrakcí	Reprezentace	Modelace
Automatizace řešení pomocí algoritmického myšlení	Algoritmické myšlení	Algoritmizace, automatizace
Analýza možností řešení s cílem dosáhnout nejefektivnější kombinace	Nejefektivnější kombinace	Abstrakce, optimalizace
Zobecnění a aplikace procesu řešení konkrétního problému	Zobecnění	Evaluace, debugging, generalizace

Tabulka 1: Vymezení oblastí rozvoje informatického myšlení (Klement a kol., 2022)

V České republice se problematikou implementace informatického myšlení zabýval projekt PRIM (Podpora rozvoje informatického myšlení). V projektu PRIM, mimo jiné, vznikla sada materiálů pro podporu informatického myšlení (iMyslení, 2018). V nich se uvádí výčet dovedností, které by měl člověk s informatickým myšlením ovládat.

- „*Systematicky posoudit různorodá řešení, zvolit 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 cíli, i když je vykonává někdo jiný,*

- *vybírat podstatné aspekty problému k jeho řešení a zanedbatelné aspekty,*
- *uspořádat i velké a nesourodé soubory dat tak, abychom je mohli dále využít,*
- *používat jazyky, kterými se domluvíme s počítači, roboty a umělou inteligencí“ (iMyslení, 2018).*

Některé z těchto kompetencí může zajistit téma robotika.

2.3 Robotika

V této podkapitole se zaměřujeme na definici pojmů robot, robotika a edukační robotika, u které vymezujeme robotické pomůcky.

Ben-Ari a Mondada (2018) uvádí, že roboty lze dělit podle prostředí, ve kterém pracují. Nejčastěji se rozlišují roboti stacionární a mobilní. Tyto dva typy robotů mají velmi odlišné pracovní prostředí, a proto vyžadují velmi odlišné schopnosti. Fixní roboti jsou většinou průmyslové manipulátory, které pracují v přesně definovaných prostředích přizpůsobených robotům a vykonávají specifické opakující se úkoly, jako je např. pájení nebo lakování dílů. Naproti tomu od mobilních robotů se očekává, že se budou pohybovat a plnit úkoly v rozsáhlých, špatně definovaných a nejistých prostředích, která nejsou navržena speciálně pro roboty. Roboti se musí vypořádat se situacemi, které nejsou předem přesně známy a které se v průběhu času mění. Taková prostředí mohou zahrnovat nepředvídatelné entity, jako např. lidé a zvířata. Příkladem mobilních robotů jsou robotické vysavače a autonomní auta (Ben-Ari, Mondada, 2018).

Dlouhý a Winkler (2005) definují robota jako autonomní inteligentní stroj schopný vykonávat úkoly samostatně, bez lidské pomoci. Nejdůležitější vlastností autonomního robota je jeho schopnost reagovat na změny prostředí. Vstupní údaje poskytují senzory. Senzor je zařízení, které je schopné měřit nějakou vlastnost prostředí (Dlouhý, Winkler, 2005).

Podle Bradyho (1985) „*Robotika je inteligentním spojením mezi vnímáním a činností*“. McKerrow (1991) definuje robotiku jako disciplínu zahrnující:

1. návrh, výrobu, řízení a programování robotů,
2. použití robotů pro řešení úloh,

3. zkoumání řídicích procesů, senzorů, akčních členů a algoritmů u lidí, zvířat a strojů,
4. použití výše uvedeného pro návrh a použití robotů (Březina a kol., 2020).

Robotika je chápána jako disciplína vytváření inteligentních strojů sjednocujících několik vědeckých a inženýrských oblastí. Jedná se o složitý komplexní mechatronický vědní obor, který do jisté míry spojuje design, konstrukci, elektrotechniku a programování do pohyblivého kompletu, který vykonává zadané či autonomní úkoly. Zadané úkoly vnímá robot jako ojedinělé derivace svého cyklu, ve kterém používá své senzory a motory, aby například přenesl břemeno nebo manipuloval s danými zařízeními (Březina a kol., 2020).

Robotika je obor, který se zabývá studiem, konstrukcí, programováním robotů a jim podobných zařízení. Robotika mimo jiné rozvíjí inženýrské myšlení (Tocháček, Lapeš, 2012).

Hlaváč (2006) definuje různé oblasti robotiky takto:

- **teoretická robotika**: hledá možnosti, omezení a principy (fyzika, matematika, biologie, psychologie, etologie),
- **experimentální robotika**: staví hračky, ověřuje principy (umělá inteligence, kybernetika, inženýrské disciplíny),
- **průmyslová robotika**: Navrhuje, staví a používá průmyslové roboty (automatizace a organizace výroby, teorie a instrumentace řízení, strojírenské technologie, elektronika, znalost konkrétní oblasti nasazení robotů),
- **různá aplikovaná robotika**: Navrhuje různé inteligentní stroje pro průmysl i jina. Např. mobilní roboty se schopností autonomní navigace, stroje pro kontrolu kvality ve výrobě často vybaveny schopností vidět atd. (Hlaváč, 2006).

V následujících odstavcích se věnujeme významu robotiky pro vzdělávání, ve kterém je neustále potřeba hledat možnosti, jakým způsobem současnou generaci směřovat k zájmu o techniku, jak rozvíjet jejich inženýrské myšlení. Programování a robotika představují možnou cestu např. v užití jazyků, kterými se žáci domluví s počítači i roboty. Robotika skýtá opravdu rozmanitou škálu možností. Beze sporu je robot pro žáky 2. stupně motivačním prvkem, může být ovšem také pomůckou pro rozvoj inženýrského myšlení (Kupilíková, Simbartl, 2016).

Edukační robotika si nachází už dobré desetiletí své místo v kvalitním a moderním vzdělávání. Její implementace se pomalu přesouvá do stále nižších stupňů vzdělání. Roboti se stávají nezbytnou součástí našeho života, své uplatnění naleznou v různých oborech i domácnostech (Miková a kol., 2021). Úkolem pedagogů je bezpochyby vzdělávání a výchova, ale také příprava žáků na budoucí profesi. Robotika je obor zahrnující řadu očekávaných výstupů části národního kurikula v České republice, ze kterého jsou tvořeny Školní vzdělávací programy (ŠVP) závazné pro 1. i 2. stupeň ZŠ a SŠ. Mezi podstatné pojmy patří: digitální gramotnost, inforatické myšlení, algoritmizace, programování a robotika. Veškeré tyto dovednosti naleznou své uplatnění i mimo informatiku. Roboti, robotika, robotické hračky a robotické stavebnice přesahují z oblasti programování a jsou v dnešním školství velmi diskutovanými tématy (MŠMT, 2021).

Současný způsob, jakým je koncipována většina hodin robotiky, obvykle neumožňuje plné zapojení do učení. Willner-Giwerc (2023) tvrdí, že intervence v oblasti robotiky často využívají návody krok za krokem, kdy každý žák konstruuje stejného robota. Návody krok za krokem vedou žáky spíše ke kopírování znalostí ostatních, než aby sami přemýšleli. Běžnou alternativou k postupným instrukcím jsou otevřenější robotická zadání. Tato otevřená zadání však představují vysokou vstupní bariéru pro učitele, kteří nemusí vědět, kde začít, a potýkají se s omezeními, jako jsou např. krátká doba výuky, omezené zdroje, vysoký poměr žáků na jednoho učitele a omezené zkušenosti vyučujícího (Khanlari, 2016).

S edukační robotikou se můžeme setkat od mateřských až po vysoké školy využívající jako prostředek robotické učební pomůcky. Pomůcky nabízejí příležitost k praktickému pochopení věcí, se kterými se žáci setkávají v každodenním životě, ale kterým plně nerozumí, jako jsou typy senzorů, odůvodňování poruch (softwarové chyby) a problémů s připojením (odpojení Wi-Fi, Bluetooth). Tyto pomůcky můžeme dále rozdělit na robotické hračky a robotické stavebnice.

2.3.1 Robotické hračky

Celá řada edukačních robotických hraček je navržena jako předem sestavený mobilní robot. Roboti jsou relativně levní, robustní a obsahují množství senzorů a výstupních komponent, jako jsou např. světla. Důležitou výhodou těchto robotů je, že lze implementovat robotické algoritmy. Žáci programují robotické hračky, aniž by bylo nutné investovat hodiny do mechanického návrhu a konstrukce. Předem sestavené roboty nelze upravovat, i když mnohé z nich podporují vytváření rozšíření (Ben-Ari, Mondada, 2018). Hyksová (2021) tvrdí, že na základních školách jsou nejvíce využívány Bee-Bot, Blue-Bot, Ozobot a VEX 123. V mnohem menší míře se na školách objevují robotické hračky Dash and dot, Sphero, Cubetto, Housenka Code a pillar.

2.3.2 Robotické stavebnice

Robotické stavebnice se od robotických hraček odlišují svojí flexibilitou. Autoři Ben-Ari a Mondada (2018) zmiňují, že můžeme navrhnout a postavit robota, který bude plnit konkrétní úkol, omezení jsme pouze svou představivostí. Robotické stavebnice podporují kreativitu, zručnost a týmovou spolupráci, která je jednou z klíčových kompetencí k uplatnění na pracovním trhu. Robotické stavebnice poskytují spojení technologií, inženýrství, matematiky, umění a vědy v praxi (Chaudhary a kol., 2017; Tengler a kol., 2021). Na základních školách jsou nejvíce využívány stavebnice LegoMInstorms EV3, LEGO WeDo 2.0 a VEX IQ. V mnohem menší míře se na školách objevují stavebnice Lego Boost, VEX GO a Fischertechnik. U robotických stavebnic je zapotřebí již zmiňovaná konstrukční zdatnost, neboť si žáci robota musí nejdříve správně sestavit, nebo dokonce navrhnout, a nikoliv jen naprogramovat. Jakmile mají robota správně zkonstruovaného, pracují se senzory a programují (Tocháček, Lapeš, 2012; Hyksová, 2021). Výuka robotiky na základní škole by měla mít za cíl poskytnout žákům i jiné učební nástroje a dovednosti nežli jen programování a stavbu robotů. Měla by jim umožnit přemýšlet nad svými řešeními a činit sebevědomá rozhodnutí (Kalelioğlu, 2015).

2.4 Badatelsky orientovaná výuka

Termín badatelsky orientovaná výuka byl převzat ze zkratky anglického názvu inovativní vyučovací metody IBL (Inquiry-Based Learning). Tento termín má i několik volných překladů jako badatelská výuka, badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání nebo badatelsky orientované přírodovědné vyučování, nicméně překlad do českého jazyka dosud není ustálený (Stuchlíková, 2010; Papáček, 2010).

V odborné literatuře se můžeme setkat s některými dalšími zkratkami (Dostál, 2015).

- **IBI** (*Inquiry-Based Science Instruction*), zdůrazňuje aktivity učitele,
- **IBE** (*Inquiry-Based Education*),
- **IBT** (*Inquiry-Based Teaching*).

V naší práci se ve velké míře vyskytují termíny bádání a badatelsky orientovaná výuka, dovolíme si uvést několik definic této výukové metody. „*Bádání (Inquiry) je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů*“ (Stuchlíková, 2010).

Petr (2010) ve shodě s Rocardem (2007) definují badatelsky orientované vyučování jako „*způsob vyučování, při kterém se znalosti budují během řešení určitého problému v postupných krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí a diskusi a mnohdy je potřebná i dostatečná míra komunikace a spolupráce s jinými žáky*“.

Badatelé (2013), mezi které patří např. Albrechtová, Jedličková, Papáček atd. definují badatelsky orientovanou výuku jako „*vyučování bádáním, objevováním je jedním z účinných přístupů problémového vyučování, u kterého si žáci osvojují způsoby myšlení a postupy, které věda používá*“.

Velmi výstižná se jeví charakteristika Papáčka (2010) „*Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Má funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede přitom žáka postupem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu. Od*

formulace hypotéz, přes konstrukci metod řešení, přes získání výsledků zjištěných metodikou, na které se žáci s učitelem dohodli“.



Obrázek 1: Znárodnění badatelské výuky (Dostál, 2015)

Jedním z aspektů výuky, které může vyučující ovlivnit, je např. model realizace učebních strategií. Existuje spousta učebních modelů, které mohou učitelé využívat. Jedním z nich je právě výše definovaná badatelská metoda. Model badatelsky orientované výuky kombinuje teorii a praxi (Khalaf, Zin, 2018). Bell a kol., (2010) pojednávají o výuce založené na přesvědčení, že učení se přírodním vědám a nejen jim, není pouze zapamatování si vědeckých pojmů a informací, ale něco víc. Jde o porozumění a užití vědeckých metod za pomoci badatelsky orientované výuky. Z jiného úhlu pohledu je badatelsky orientovaná výuka strategií ve vzdělávání, při níž se žáci soustředí na získávání znalostí za pomoci postupů a metod podobným těm, které používají skuteční vědci (Keselman, 2003). V badatelské metodě se klade důraz na to, aby se žáci aktivně podíleli na získávání nových znalostí (Jong, Joolingen, 1998). V tomto případě žáci často provádějí proces učení se samostatně, částečně induktivně a částečně deduktivně tím, že zkoumají vztah prostřednictvím experimentování (Wilhelm, Beishuizen, 2003; Pedaste a kol., 2015; Djuniadi a kol., 2022).

Obecné fáze	Definice	Dílčí fáze
Orientace	Proces podněcování zvědavosti prostřednictvím problémových výroků určitého obsahu.	
Konceptualizace	Proces formulování teorie založené na otázkách a hypotézách.	- Otázky - Formulace hypotéz
Zkoumání	Proces plánování prováděného výzkumu, sběru dat a analýzy dat na základě naplánovaného experimentu či bádání.	- Bádání - Interpretace dat - Experimentování
Závěr	Na základě porovnání získaných dat s výzkumnými otázkami a hypotézami je formulován závěr.	
Diskuze	Zjištění z určité části nebo celého badatelského cyklu jsou prezentována prostřednictvím diskuze s ostatními, či revize části nebo celé metody získávání znalostí prostřednictvím reflektivních činností.	- Reflexe - Komunikace

Tabulka 2: Fáze učení bádáním (Djuniadi a kol., 2022)

Aktuální situaci dění kolem BOV se snaží podpořit program GLOBE (Global Learning and Observation to Benefit the Environment, 2021), který v České republice koordinuje vzdělávací centrum TEREZA. GLOBE je celosvětová komunita žáků, učitelů a vědců, kteří spolupracují a sdílejí naměřená data o životním prostředí. Žáci bádají o přírodě a pomáhají zlepšovat stav životního prostředí. Z dosavadních dat vyplývá stoupající zájem škol a s tím spojený větší zájem vyučujících přistupovat k výuce odlišným přístupem (například badatelským). Zapojeny jsou nejen základní školy, ale i střední odborné školy, gymnázia nebo vyšší odborné školy. Dlouhodobý vzdělávací program GLOBE v číslech uvádí 123 zapojených zemí celého světa. V České republice se doposud zapojilo 130 škol (GLOBE, 2021).

2.4.1 Přínosy badatelsky orientovaného vyučování

Přínosy badatelsky orientované výuky ve velké míře převažují nad obtížemi, jak uvádějí Edelson, Gordin a Pea (1999). Za hlavní přínos BOV je považována motivace žáků. Žáci dostávají chuť bádát nad danými tématy, mají potřebu čerpaní dalších informací.

Některé z dalších pozitiv uvádí Stuchlíková (2010) „*BOV vytváří obecné schopnosti hledat a objevovat*“, žáci na určité otázce či problému pracují praktickou metodou (testují, ověřují). Výsledek zjišťují samostatně. Tato metoda vede k lepšímu pochopení probírané látky, a zároveň si ji žáci mnohem lépe zafixují. Stuchlíková (2010) v přínosech dále uvádí „*zlepšení žakovského porozumění vědeckých pojmů i objevování vědeckých principů*“.

V práci Dostál (2015) zmiňuje pozitivní přístup vyučujících k realizaci BOV. Toto tvrzení vyplývá z mezinárodního výzkumného šetření TALIS (2013):

- cca 91 % učitelů v České republice a cca 95 % učitelů z ostatních 27 zemí (Bulharska, Dánska, Finska, Litva, Koreji, Srbska, Slovenska, Španělska atd.) zapojených do výzkumu vyjádřilo postoj, že úlohou učitele je usnadnit žákům jejich vlastní hledání odpovědí na otázky;
- cca 90 % učitelů v České republice a cca 83 % učitelů z ostatních 27 zemí vyjádřilo postoj, že žáci se nejlépe učí tím, že sami hledají řešení problémů;
- cca 97 % učitelů v České republice a cca 82 % učitelů z ostatních 27 zemí vyjádřilo postoj, že žáci by měli mít možnost pokoušet se sami hledat řešení praktických problémů dříve, než jim učitel řešení ukáže (Dostál, 2015).

Edelson, Gordin a Pea (1999) hovoří o způsobu výuky, na který se žáci musí připravit, a proto je zapotřebí jej budovat postupně. Za doporučené, možná do jisté míry žádoucí, je zavádění BOV úloh do hodin pozvolna od prvního potvrzujícího stupně s tím, že je nadále prokládáme klasickou frontální výukou. Tímto přístupem zamezíme výrazné chybě, které se učitelé často dopouští. Chyba nastane tehdy, pokud se domníváme, že nastane bezproblémový, okamžitý přechod z hromadné převážně frontální (monologické) výuky na výuku metodou BOV bez předchozích zkušeností a přípravy žáků.

2.4.2 Negativa badatelsky orientovaného vyučování

Badatelsky orientovaná výuka má podle Stuchlíkové (2010) několik negativních, na dnešní dobu podstatných důvodů, kterými jsou „*omezení možné realizace – čas, zdroje, učební plány*“. BOV vyžaduje aktivity velmi náročné nejen na samotnou přípravu vyučujících, ale zásadní problém spatřujeme i v časové dotaci, BOV aktivity zaberou podstatně více času než klasická převážně (monologická) výuka. Dalším podstatným negativem omezujícím učitele, představuje nutnost probrání určitého množství látky (dle tematického plánu). Z tohoto nátlaku logicky vyplývá využití frontální výuky jako stále nejrychlejšího způsobu výuky. Výuka metodou BOV zpravidla vyžaduje učební pomůcky, kterých v českých školách není dostatek, a zároveň samotná příprava ze strany vyučujícího je velice časově náročná. Metodou BOV nemůžeme zvládnout obsáhlejší část učiva. Za určitou problematickou oblast považuje Stuchlíková (2010) absentující dovednosti studentů potřebné pro zkoumání.

2.4.3 Úrovně badatelsky orientovaného vyučování

Bylo by chybné se domnívat, že žáci a studenti mohou bádát na stejné či podobné úrovni jako vědci. V závislosti na věku a schopnostech žáků a studentů se jejich schopnosti úrovně bádání významně liší. H. Banchi a R. Bell (2008) definují podle podílu vedení ze strany učitele (pomoc při postupu, kladení návodných otázek a formulace očekávaných výsledků) čtyři úrovně BOV. Tyto čtyři úrovně bádání poskytují prostor učitelům k diferenciaci náročnosti v rámci výuky ve třídě a umožňují žákům a studentům zapojení podle jejich schopností.

- **Potvrzující bádání** – předpokládané výsledky realizovaných experimentů jsou předem známy, žák neřeší problém, ale ověřuje nebo potvrzuje teorii.
- **Strukturované bádání** – žáci se učí řešit problémy s pomocí učitele, který klade návodné otázky a vymezuje cestu bádání. Samotný postup bádání vyučující poměrně detailně stanoví, nicméně řešení není předem známo.
- **Nasměrované bádání** – pro ověření a následné řešení výzkumných otázek žáci sami navrhuji postupy. Podpora ze strany učitele se projevuje podstatně méně než v předchozích úrovních, tím se navyšuje jejich samostatnost.

- **Otevřené bádání** – otevřené bádání je založeno na samostatné činnosti žáka, bez zásahu učitele. Žáci jsou způsobilí individuálně vymezit problém, sestavit výzkumné otázky, definovat metody a průběh bádání. Zapsat a analyzovat zjištěné informace a vydedukovat závěry z důkazů, které nashromáždili, včetně jejich obhájení (Kirschner a kol., 2006; Eastwell, 2009; Švecová, 2012; Dostál, 2015).

Úrovně BOV	Otázky (stanovené učitelem)	Postup (stanovený učitelem)	Řešení (stanovené učitelem)
1. Potvrzující (confirmation)	ano	ano	ano
2. Strukturované (structured)	ano	ano	ne
3. Nasměrované (guided)	ano	ne	ne
4. Otevřené (open)	ne	ne	ne

Tabulka 3: Čtyři úrovně BOV (Banchi, Bell, 2008)

Předložené dělení bádání je v odborných kruzích akceptováno, citují ho např. Stuchlíková (2010), Svobodová (2013), Trna (2012), a proto budou v práci převzaty i užité termíny.

2.4.4 Badatelsky orientovaný přístup v informatice

Badatelské pojetí výuky si pozvolna nachází své místo i mimo přírodovědné oblasti, a to v informatice (Thangkoo a kol., 2019). Djuniadi a kol. (2022) vytvořili studii modelu badatelského učení za pomoci webového programu Google Classroom s cílem zlepši výsledky učení studentů v předmětu informatika. Učení je založené na implementaci badatelských materiálů v tomto programu s použitím funkcí oznámení, úkolu, testu, otázek a informací. Jejich celkové dosažené výsledky ukazují, že model badatelského učení vyvinutý na základě Classroom je považován za proveditelný, velmi praktický a efektivně využitelný ke zlepšení výsledků učení žáků (Djuniadi a kol., 2022).

Výzkum provedený Ješkovou a kol. (2016) se zabýval efektivitou BOV v předmětech informatika, fyzika a matematika ve vztahu k rozvoji badatelských dovedností studentů. Studenti byli vystaveni souvislé a záměrné multidisciplinární badatelské výuce po dobu přibližně čtyř měsíců. Výsledky ukázaly statisticky významné navýšení skóre testu, které nebylo nikterak závislé na pohlaví studenta. Výsledky naznačují, že navržený model koaktivní implementace BOV je účinný pro rozvoj badatelských dovedností, a tudíž použitelný ve školní praxi (Ješková a kol., 2016).

Vaniček (2015) se ve svém výzkumu zaměřil na využití badatelského přístupu ve výuce informatiky, konkrétně při výuce programování. V rámci pedagogické praxe studentů, budoucích učitelů informatiky, se snažil zjistit, zda některý z přístupů a typů činností, které tito učitelé v přípravné fázi studia používají, odpovídá principům badatelsky orientované výuky. V rámci výzkumu zjišťoval, jak se s těmito přístupy k výuce učitelé pregraduální přípravy vyrovnávají a jaké jsou postoje žáků k výuce programování. Závěrem zmiňuje poměrně dlouhou adaptaci žáků na schopnost formulovat otázky a schopnost na ně odpovídat. Dále poukazuje na fakt, že žáci potřebují hodně prostoru a času, aby si zvykli na programátorské způsoby (Vaniček, 2015).

Ve vědecké monografii autorů Lukáč, Šnajder, Guniš a Ješková se pod názvem „*Bádatelsky orientované vyučovanie matematiky a informatiky na stredných školách*“ nachází mimo jiné osm badatelsky orientovaných metodik pro předmět informatika. Metodiky cílí na první respektive druhý ročník SŠ a zaměřují se na praktické představení badatelsky orientovaného vyučování informatiky učitelům. Úlohy mají zajímavé náměty, a proto si zde dovolíme jednu úlohu uvést a okomentovat.

Úloha – komprimace dat, komprimace obrázků (Lukáč a kol., 2016)

Úlohu je doporučeno provádět po probrání témat „Komprimace dat“ a „Rastrová grafika“. Žáci by měli mít základní představu o komprimaci a rozdílech v reprezentaci grafické informace. Žáci by měli zvládat používat komprimační programy.

Žáci dostanou několik fotografií v různých formátech (bmp, jpeg, gif, png) a zaznamenávají velikosti souborů do tabulek. Následně se pokusí předpovídat změnu velikosti souboru po komprimaci. Zaznamenají nová zjištění velikosti souboru a komprimační poměr. Svá zjištění porovnají s předpokladem

a vyzorované rozdíly by měli být schopni odůvodnit. V další části úlohy zopakují celý proces znovu s již komprimovanými soubory.

Ačkoliv v úloze dozajista spatřujeme badatelské rysy, žáci ověřují dosavadní nabyté informace, které jsou uvedené ve vstupních požadavcích na žáka. Žáci tedy procvičují svůj odhad na základě zkušeností, což dokládají i kognitivní cíle uváděné autory. Těmi cíli jsou: odhadnout předem komprimační poměr na základě typu komprimovaných dat a vysvětlit možnosti a limity komprimace dat.

Pro výzkum jsme potřebovali úlohy z robotiky s prvky BOV, ale na tyto BOV robotické úlohy jsme nikde nenarazili. Našli jsme několik článků, ve kterých se autoři zmiňují o robotice a BOV. Po bližším prostudování se jednalo o využití robotů při bádání v přírodovědných předmětech. Publikace autorů Pedaste a Altin (2020) si pokládá otázku, zda BOV s využitím robotů ve fyzice má vliv na badatelské dovednosti, znalosti žáků střední školy a na jejich motivaci. Jejich zjištění poukazují na zlepšení žakovských badatelských dovedností, ale účinek této intervence není vyšší ve srovnání s tradiční výukou. Roboti by mohli být považováni za podporu v badatelsky orientovaném vyučování jako nástroje ke zvýšení motivace k učení a k pomoci dosáhnout hlubšího porozumění (Luccio, 2019; Altin, Pedaste, 2013). Pouhé použití robota nelze chápat jako robotiku z důvodů nenaplnění informatických cílů vzdělávání.

Blancas a kol. (2020) se ve své studii zaměřili na podporu výuky robotiky u žáků základní školy ve věku 10–12 let. Zaměřili se především na sestavení a naprogramování robota, který provádí určitý úkol. Navrhli metodiku „CREA“ („Coding Robots through Exploring their Affordances“) - aktivity založené na společném bádání v hodinách informatiky a robotiky, žáci jsou v centru výukového procesu, úlohou učitele je spíše vést než poskytovat informace. Navrženou metodiku aplikovali v rámci mimoškolního kurzu. Jednalo se celkem o šest výukových jednotek zaměřujících se na pozorování robota, identifikaci problému, analýzu, programování a konstruování vlastního robota. Výsledky poukazují na zvýšení výkonnosti mezi první a poslední fází kurzu, což naznačuje, že jejich metoda byla jako výuková strategie účinná. Nicméně vzhledem k relativně malému vzorku deseti žáků a absenci kontrolních podmínek pro porovnání nemohou tvrdit žádné obecné výroky (Blancas a kol., 2020).

Dále se problematikou badatelsky orientované výuky v informatice zabývali např. (Šimandl, Vaníček, 2015; Šnajder, Guniš, 2016; Ješková a kol., 2022).

2.5 Shrnutí problematiky

V českém školství se ve větší míře s pojmem BOV prozatím nepochybně nepracuje, ačkoliv jsou zde patrné náznaky. Papáček (2010) uvádí, že v České republice by mohl být tento směr zařazován pod odlišné pojmy vyznačující aktivizující metody výuky nebo problémovou a zážitkovou pedagogiku, s rozdílnou aplikací národně pojatých aktivizujících metod ve výuce přírodních věd od mezinárodně využívaného „Inquiry...“. Tyto dosavadní informace přijatelně objasňují českou (až na ojedinělé výjimky) „startovní pozici“ v problematice BOV. Definice vypracovaná Papáčkem je z roku 2010, z toho vyplývá základní otázka, jaká je situace dnes po více než deseti letech. Jakým způsobem se od roku 2010 změnil přístup českých škol k BOV.

Šnajder (Lukáč a kol., 2016) uvádí, že při implementaci badatelsky orientovaného vyučování informatiky je důležité si uvědomit některá specifika o vyučování informatiky. Zatímco v přírodních vědách žáci většinou objevují a ověřují přírodní zákony, které existují nezávisle na existenci člověka, v informatice převážně objevují a ověřují principy a postupy definované člověkem. I přesto však můžeme badatelské dovednosti žáků rozvíjet i ve vyučování informatiky skrze úkoly vyžadující experimentování, čtení tabulek a diagramů, zkoumání a plánování postupu, realizaci vlastních zkoumání atd.

Podle Bruzgiene a kol. (2022) nemůže tradiční výuka programování robotů uspokojit potřeby žáků s různými schopnostmi. Badatelsky orientovaná výuka dává možnost pokládat otázky, výzvy a problémy samotným žákům, a tím jim poskytnout seberealizaci a sebeuvědomění směřující k budování a zlepšování jejich schopností. Metodika badatelsky orientovaného učení poskytuje navíc dobře strukturované aktivní inkluzivní vzdělávání orientované na žáky v oblasti programování robotů (Bruzgiene a kol., 2022). Na rozdíl od výuky přírodních věd neexistují pro informatiku žádné badatelsky orientované metodiky (Lukáč a kol., 2016).

Hlavními tématy didakticko-informatického výzkumu v oblasti metodiky výuky informatiky v zahraničí jsou porozumění pojmům projektová výuka, podpora kreativity a badatelsky orientovaná výuka (Stuchlíková a kol., 2015). Objevují se publikace o výuce

s roboty, zřídka se vyskytují publikace o BOV v informatice, avšak dosud nejsou vzájemně propojeny. Na základě prostudované výše uvedené literatury zaměřené na badatelsky orientovanou výuku a robotiku vyplývá absence hlubšího porozumění konceptu BOV v robotice.

Podle dostupné literatury a již uskutečněných výzkumů v přírodovědných oblastech vyplývá pozitivní přesvědčení učitelů o potřebě realizovat výuku badatelsky (Dostál, 2015). Např. výzkumná sonda Stuchlíkové (2010) poskytla pozoruhodné výsledky ohledně přínosů badatelsky orientované výuky napříč humanitními i přírodovědnými obory. Bylo zjištěno, že rozvíjí schopnost vyhledávání informací, samostatnost, soutěživost, jiný pohled na učivo, autonomii, jinou komunikaci učitele a žáků, zvýšení motivace, spolupráci atd. Na základě těchto informací jsme předpokládali, že i v informatice, konkrétně ve výuce robotiky, lze použít BOV přístup k rozvoji informatického myšlení. Konkrétně jsme se zaměřili na určité složky informatického myšlení, uvedené níže ve výzkumné otázce.

3 Cíl disertační práce

Cílem disertační práce je vyzkoumat, jakým způsobem se mohou rysy BOV promítnout do robotických úloh. Dalším cílem je vyzkoumat, zda badatelsky orientovaná výuka robotiky přispívá k rozvoji informatického myšlení.

Jako výzkumný problém jsme stanovili:

Porozumění BOV v robotice a její ukotvení ve výuce na druhém stupni základní školy.

Konkrétním rozpracováním uvedeného výzkumného problému jsme stanovili celkem tři základní cíle:

1. Vyhledat v kurikulu nebo vytvořit BOV robotické úlohy.
2. Ověřit navržené BOV robotické úlohy ve výuce na vybrané základní škole.
3. Vyzkoumat, zda má BOV potenciál rozvíjet informatické myšlení, a analyzovat vybrané složky informatického myšlení v BOV robotických úlohách.

K jednotlivým výzkumným cílům byly dále definovány výzkumné otázky:

ad 1: Jaké robotické úlohy nesou znaky BOV?

ad 2: Jak probíhá BOV z pohledu žáka a učitele? V čem jsou spatřovány přínosy a negativa?

ad 3: Přispívá BOV robotiky k rozvoji informatického myšlení v těchto třech složkách: algoritmizace, abstrakce a evaluace?

K výzkumným cílům byly též vymezeny tyto výstupy:

- Sada robotických úloh s badatelskými prvky.
- Sada doporučení, jakým způsobem BOV úlohy v robotice vytvářet. Na základě rešerše literatury, analýzy pohledu učitelů a žáků na BOV robotiky.
- Zjištění, zda badatelský přístup posiluje složky informatického myšlení při výuce robotiky.

4 Metodologie výzkumu

V této kapitole popisujeme zvolený způsob zpracování výzkumu. Nejprve v podkapitole 4.1 zdůvodňujeme volbu výzkumného designu. Následně v podkapitolách 4.2 až 4.5 konkretizujeme naše výzkumné záměry; popisujeme místo prováděného výzkumu, metodu výběru účastníků a etickou stránku výzkumu. V neposlední řadě se věnujeme výběru robotické učební pomůcky a k ní výběru adekvátního programovacího prostředí.

Charakteristice způsobu sběru dat se zabýváme v podkapitole 4.6. Dále uvádíme polostrukturované otázky rozhovoru a otevřené otázky žákovského dotazníku. Podkapitola 4.7 se zabývá průběhem jednotlivých úloh vybraných či vytvořených pro tento výzkum. Podkapitoly 4.8 a 4.9 pojednávají o metodách analýzy získaných dat a zajištění kontroly kvality výzkumu.

V podkapitole 4.10 popisujeme průběh jednotlivých fází výzkumu. Předkládáme čtenáři jednu z využitých badatelských úloh fyziky, dále představujeme námi navržené BOV robotické úlohy a konkretizujeme způsob analýzy úloh.

4.1 Design výzkumu

Základním rozhodnutím při volbě designu výzkumu je volba mezi kvalitativním a kvantitativním typem výzkumu. Jak uvádí Ferjenčík (2010), kvantitativní výzkum je obvykle konfirmatorní a má deduktivní charakter, zatímco kvalitativní výzkum je spíše exploratorní a heuristický s induktivním zaměřením. V disertační práci byla zvolena kvalitativní forma výzkumu, která, jak dokládá Švaříček a Šed'ová (2007), se soustředí na kvalitu a hloubku dat, nikoli na množství oslovených osob (Creswell, 2012). Tímto přístupem se rozumí do hloubky probádat určitý formulovaný jev a přinést o něm maximální možné množství informací. K rozhodnutí zvolit kvalitativní přístup přispěl i fakt, že jsme nenašli mnoho informací o využití BOV v robotice.

V rámci zvoleného kvalitativního přístupu jsme se dále rozhodovali, který výzkumný design, pro který cíl použít. U jednotlivých cílů jsme popsali design výzkumu. Výstup naplňující první cíl výzkumu je ověřená sada BOV úloh ve výuce, a proto jsme jako základní design této části výzkumu zvolili akční výzkum. Akční výzkum usiluje o změnu, v našem případě využití jiné metody výuky a je využíván například i k inovaci kurikula. Od 70. let

20. století se objevuje vážný nárůst zájmu o akční výzkum po celém světě. Na vzrůstající pozornost tohoto přístupu poukazuje vznik časopisů zabývajících se akčním výzkumem (International Journal of Action Research, Action Research, Educational Action research, Action Learning) nebo nové učebnice akčního výzkumu. Vzrůstající zájem souvisí především s komplexností akademického vědeckého přístupu, s obecnějším akceptováním role reflexe při pedagogickém působení, nebo s nástupem nových metod v pedagogice s důrazem na participaci (Gerald, 2009). Jedná se o nástroj, vycházející z předpokladu, že praxe se zdokonaluje, když je v určité situaci společně s výsledkem učení posuzován také průběh učení (Korthagen, 2011).

Výstup naplňující druhý cíl je navržen jako popisný, přičemž nepředpokládáme vytvoření teorie, nýbrž sady doporučení, jakým způsobem BOV úlohy vytvářet a identifikovat jejich společné znaky. Přiklonili jsme se k deskriptivní případové studii (Švaříček, Šedřová, 2007; Hendl, 2008; Creswell, 2012; Yin, 2018).

Výstup, naplňující třetí cíl výzkumu, tedy v jakých aspektech BOV přispívá k rozvoji žákových dovedností algoritmizace, abstrakce a evaluace, je opět popisný. Rovněž jako u druhého z cílů jsme se přiklonili k deskriptivní případové studii.

4.2 Místo výzkumu

Výběr škol pro náš výzkum je dán použitými metodami. Z důvodu využití kvalitativní metody výzkumu nám plně postačují dvě základní školy, které musí vlastnit pro výzkum zvolené robotické pomůcky a zároveň musí být ochotny spolupracovat.

Výzkum byl primárně realizován na dvou základních školách. První z nich se prezentuje kvalitní výukou, což prokazují každoroční vysokou úspěšností v přijímacích řízeních na střední školy. Škola disponuje množstvím robotických pomůcek do výuky informatiky a sami vyučující informatiky se nebrání inovativním metodám výuky. Druhá škola je svým charakterem a složením spíše malou příměstskou školou respektující moderní trendy ve vzdělávání. Autor měl možnost na těchto školách vyučovat, díky čemuž zná prostředí těchto škol a má dobré vztahy s učiteli informatiky a fyziky, což ho přivádí ke kladnému přijetí požadavků na realizaci výzkumu.

4.3 Vzorek účastníků

Sběr dat pro naplnění cílů výzkumu probíhal současně, a proto je jednotný též vzorek účastníků, jimiž jsou primárně žáci a učitelé informatiky. Jednalo se o záměrný výběr výzkumného vzorku (Creswell, 2012; Yin, 2018). Vybírány byly celé třídy, potažmo skupiny z důvodu půlení tříd v rámci předmětu informatika, abychom zamezili případným problémům, mezi které patří například nechtěná komunikace mezi žáky.

Nejprve jsme informovali vedení oslovených škol, které nám udělilo souhlas s realizací výzkumu na jejich školách. Záměrně jsme vytypovali a oslovili vyučující, kteří již vyučují podle nového ŠVP informatiky. Vyučující realizovali výuku BOV robotiky v rozsahu tří až pěti hodin na dodaných úlohách.

Skupiny žáků, které se zúčastnily výzkumu, byly vybírány po předchozí konzultaci s vyučujícím informatiky a fyziky. Do výzkumu robotických BOV úloh se zapojilo pět tříd 9. ročníku základní školy ve věku 14-15 let. Žáci se ve většině případů setkali s robotickou učební pomůckou, pro kterou jsme badatelské úlohy navrhovali poprvé. Do komparační části s BOV fyziky se zapojilo rovněž pět tříd, dvě z 6. ročníku, jedna z 8. ročníku a dvě z 9. ročníku. Celkově se výzkumu zúčastnilo 172 žáků.

4.4 Etika výzkumu

Důležitým aspektem každého výzkumu jsou etické otázky. Různí autoři (Švaříček, Šed'ová, 2007; Hendl, 2008; Creswell 2012) se shodují na tom, že mezi základní etické povinnosti, kterými by se měl zabírat každý výzkumník, patří informování účastníků o účelu výzkumu, zachování důvěrnosti, získání souhlasu od účastníků, zdržení se nesprávných postupů a svoboda odmítnutí.

Data, která jsme sbírali, zahrnovala zápisky z výuky, žákovské dotazníky, žákovské práce a pořizování audionahrávek a videonahrávek (skupinově i jednotlivě) s přiřazením dat. Z etických důvodů bylo zapotřebí provést následující:

- zajistit informovaný souhlas ředitelky/ředitele školského zařízení s prováděným výzkumem,

- u účastníků výzkumu mladších 18 let zajistit informovaný souhlas zákonných zástupců,
- vyplněné informované souhlasy předložit samostatně v průběhu obhajoby disertační práce,
- v metodické části práce objasnit, jakým způsobem bylo v průběhu výzkumu nakládáno se všemi daty účastníků výzkumu (PF JU Etická komise, 2019).

Abychom dodrželi některé z výše uvedených etických povinností, bylo nutné informovat zákonné zástupce žáků (z důvodu nezletilosti osob) o výzkumu a jeho účelu a vyžádat si písemný souhlas, abychom žáky mohli nahrávat. Tento krok po konzultaci s ředitelem škol nebyl nutný za příslibu anonymity žáků a vyučujících a přístupu k videonahrávkám a audionahrávkám pouze autorovi práce.

Žáky jsme nechtěli do komunikace s výzkumníkem nutit, ba naopak, náš zájem tkví v zachování přátelské atmosféry, kterou znají z vyučovacích hodin. Důležitá pro nás byla také komunikace a spolupráce s učiteli, kterým musel být znám důvod výzkumu a jeho průběh. Zároveň jsme s nimi v průběhu výzkumu konzultovali následné kroky ovlivňující žáky i je samé.

Zpracovaná data ze zápisů, dotazníků, rozhovorů, žákovských prací a videonahrávek byla anonymizována. Reálná identita žáků a vyučujících, kteří se zúčastnili výzkumu, je známa pouze autorům výzkumu.

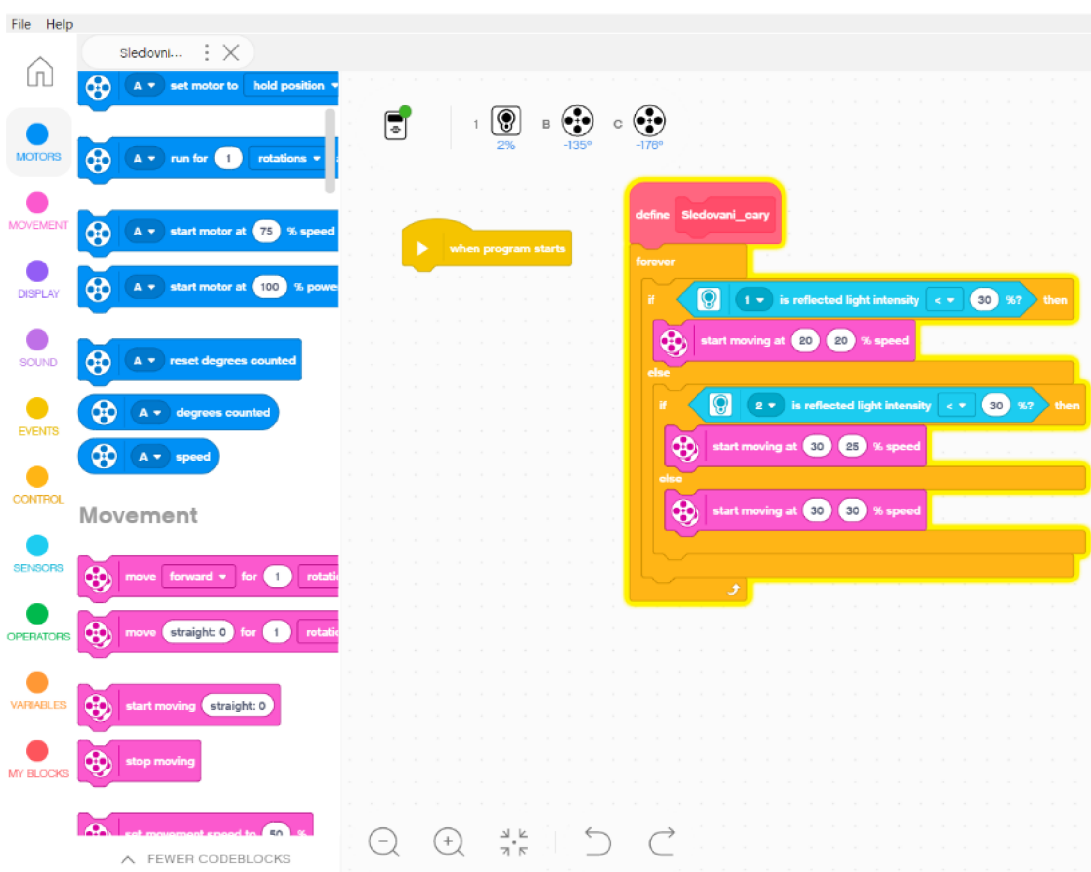
4.5 Volba robotické stavebnice a softwaru

K výzkumu bylo nutné zvolit typ robota, popřípadě robotické stavebnice. Na základě výsledků výzkumné zprávy Bařko (2017) zjistil, že nejvíce používanou robotickou stavebnicí na území České republiky je Lego Mindstorms EV3 (LEGO, 2022), nebo starší model NXT (Bařko, 2017). Vybrali jsme novější z těchto stavebnic, která používá software vzhledově blízký tomu, jaký žáci mohou znát z informatiky.

Robotická stavebnice odkazuje na programovací prostředí Robolab, které spočívá v přetahování bloků do horizontálně jdoucího kódu. Však tento styl programování je takřka ojedinělý a pro další programování nemá žádné jiné uplatnění. V posledních letech žáci prvního a druhého stupně základních škol mají tu možnost začít programovat ve vizuálním

programovacím jazyce Scratch. Z toho vyplývá požadavek při práci s roboty používat programovací prostředí, které svým vzhledem a stylem funkčně a vizuálně připomíná Scratch, což žákům usnadní orientaci v programovém prostředí.

Software, který jsme zvolili, se jmenuje EV3 Classroom App (viz obr. 2) a byl vydán koncem roku 2020. Ničím nerozptylující blokové prostředí se jeví jako adekvátní varianta pro práci s robotickou stavebnicí na základní škole. Stejným způsobem jako u online prostředí Scratch jsou bloky v softwaru EV3 Classroom App takřka shodně barevně rozděleny a pojmenovány. Classroom App disponuje simulačním prostředím, dokáže vracet hodnoty senzorů v reálném čase, čímž dovoluje testovat funkčnost a chování motorů či senzorů dříve, nežli robota spustíme.



Obrázek 2: SW EV3 Classroom App

4.6 Sběr dat

Stěžejní částí výzkumu byla realizace bádání s žáky. Data pro naplnění cílů výzkumu spočívala v žákovských řešeních námi vytvořených a převzatých úloh, které jsme doplňovali videonahrávkami postupu řešení žáků, terénními poznámkami z pozorování, audionahrávkami z polostrukturovaných rozhovorů s učiteli a otevřenými žákovskými dotazníky.

Požizování videozáznamu dle Švaříčka a Šed'ové (2007) se uplatňuje ve snaze redukovat komplexnost zkoumané reality co nejméně. Videozáznam zachycuje audiovizuální data zakotvená v situačních kontextech. Jestliže se videozáznam nejprve přepíše a následně se k němu přistupuje jako k textu, dochází před analýzou ke značnému úbytku dat. Z těchto důvodů se jeví žádoucím využít programy, které napomáhají bezprostřední analýze video dat, například software ATLAS.ti (Švaříček, Šed'ová, 2007). Pořizovaný videozáznam zaznamenal řešení předložených badatelských úloh (vyplňování předloženého pracovního listu, práci na počítači a manipulaci s robotem) a zároveň zaznamenal veškerou komunikaci mezi testovanými žáky, učitelem a popřípadě výzkumníkem. Videozáznam jedné badatelské úlohy trval od 45 minut do 90 minut, podle individuální rychlosti nahrávaných žáků.

Psaní terénních poznámek z pozorování doporučované Švaříčkem a Šed'ovou (2007) je významné pro libovolný empirický výzkum, pro pozorování to ovšem platí obzvlášť, neboť představují realitu. Námi sepsané terénní poznámky popisují pozorované způsobem, který kvalitativní výzkumník pokládá za uspokojivý. Podoba terénních poznámek z pozorování by měla být co nejvíce deskriptivní (Mayring, 2014). Popsali jsme průběh interakcí, aby nenastal problém s následným porozuměním informací. Terénní poznámky byly využity pro doplnění či zpřesnění informací získaných za pomoci videozáznamu.

Po badatelské vyučovací jednotce, potažmo tentýž den po pracovní době vyučujícího, následoval polostrukturovaný hloubkový rozhovor vedený dle základní osnovy. Osnova byla tvořena hlavními otázkami, které měli deskriptivní podobu. Hlavní otázky pokrývají zájem výzkumníka a zároveň by neměly omezovat nebo předurčovat odpovědi účastníků. Na každý rozhovor si badatel přichystal omezený počet otázek. Vzhledem ke směřování rozhovoru není vždy možné dané otázky využít, a proto nepoužíváme všechny otázky během každého rozhovoru (Švaříček, Šed'ová, 2007). Dále jsme se soustředili na pochopení významu

odpovědi a následné pokládání navazujících otázek, které dodaly rozhovoru patřičnou hloubku a zjišťují detaily. Na samotný závěr rozhovoru jsou doporučeny ukončovací otázky, které dodají dotazovanému prostor vyjádřit se k tématu. Zaznamenávané rozhovory byly přepisovány do textové podoby z důvodů následné analýzy (Švaříček, Šed'ová, 2007).

Osnova otázek položených vyučujícímu:

- Popište průběh Vaší běžné výuky informatiky.
- Znal jste již dříve BOV?
- Pokud ano, jak jste se s ní seznámil?
- Hledal jste v odborné literatuře, jak vést BOV?
- Používáte BOV při vyučování jiných předmětů?
- Připravoval jste žáky předem na odlišnou metodu výuky?
- Jak byste popsal již proběhlé BOV hodiny?
- Jak žáci postupovali při řešení daného úkolu?
- Vyžadovali žáci Vaši pomoc?
- Nastaly nějaké komplikace?
- Vnímáte odlišnosti BOV od tradiční výuky?
- Jak vnímáte BOV a časovou dotaci pro dané téma?
- V čem spatřujete největší přínos BOV?
- Co Vám na BOV nejvíce vyhovovalo?
- Co se Vám na BOV nelíbilo?
- Jak byste porovnal BOV v informatice (fyzice)?
- Myslíte, že by se úlohy badatelského typu měly využívat v informatice?
- Pozoroval jste nějakou změnu v projevu žáků?
- Vyhovovala žákům výuka?
- Má BOV potenciál být využívána při hodinách informatiky?

- Jak často byste BOV do výuky zařadil?
- Splnila BOV Vaše očekávání?

Původním záměrem byla realizace polostrukturovaného rozhovoru s vybranými žáky o vnímání proběhlé badatelsky orientované výuce. Z těchto záměrů jsme byli nuceni ustoupit z několika důvodů. Jedním bylo že, žáci nebyli ochotni komunikovat, roli zde hrála stydlivost, odmítali odpovídat v soukromí bez spolužáků. V případě, že některý žák svolil k rozhovoru, jeho odpovědi byly velice strohé a neustále kontroloval čas. Obával se zmeškání následující výuky, ačkoliv byl ujištěn, že vyučující je s jeho absencí obeznámen. Dalším důvodem byla neochota vyučujících uvolňovat žáky z jejich vyučovací jednotky, odpovídali jízlivě a z jejich výrazu se dalo vydedukovat, že s rozhovory příliš nesouhlasí. Z výše zmíněných důvodů jsme se uchýlili k dotazníkovému šetření, které, jak se ukázalo, bylo efektivnější.

Může se zdát, že otevřené otázky, které jsme zvolili, nedávají žákovi žádné možnosti k výběru. Opak je pravdou, žák má při vyplňování otázek absolutní volnost. Prostřednictvím otevřených otázek se může hluboce zamyslet nad danou problematikou a vystihnout to nejdůležitější. Máme tak možnost hlouběji poznat například pocity respondenta, jeho náhled na problém či konkrétní návrhy na zlepšení nějaké záležitosti. Odpovědi mohou být možnosti, které autora dotazníku nemusely napadnout. Díky tomu můžeme získat opravdu originální myšlenky (Olecká, Ivanová, 2010). Nevýhodou otevřených otázek je jejich zpracování, kdy může dojít k mylné interpretaci myšlenek. Do jisté míry záleží i na vyjadřovacích schopnostech dotazovaného (Survio, 2020).

Příklad otevřených otázek, na které žák odpovídal:

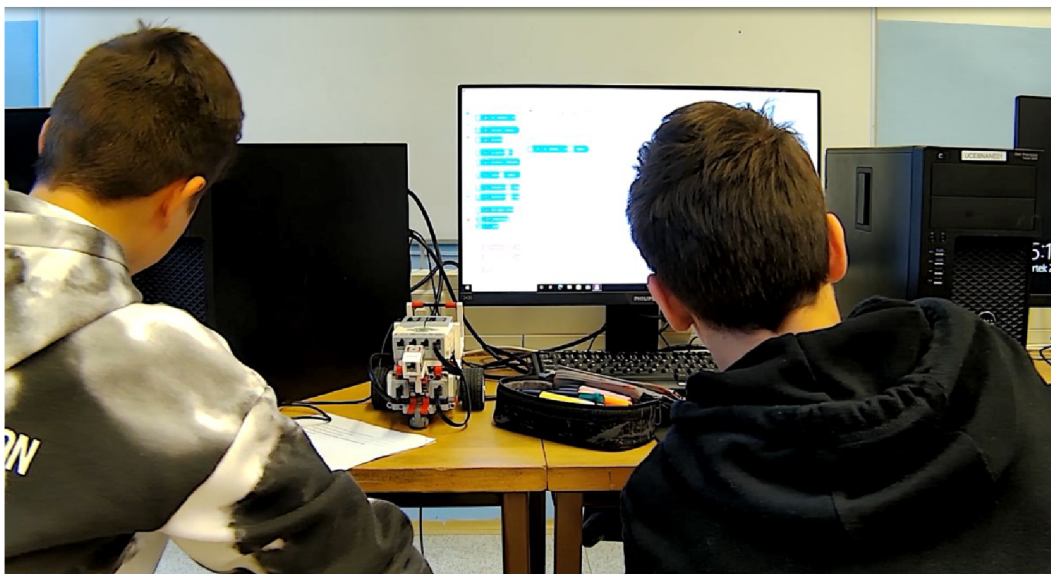
- Objevuješ rád(a) nové věci?
- Jak bys popsal(a) proběhlou vyučovací hodinu?
- Jak jsi postupoval(a) při řešení daných úkolů?
- Rozpoznal(a) jsi nějaký rozdíl proběhlé hodiny od tradiční výuky?
- Vnímáš v něčem přínos proběhlého vyučování?
- Co ti na uskutečněné výuce vyhovovalo?
- Co se ti na uskutečněné výuce nelíbilo?

- Vyhovovala by ti badatelská výuka i v jiných předmětech? Pokud ano, v jakých?

4.7 Realizace výuky

Práce s robotickou stavebnicí Lego Mindstorms začínala seznámením se s novým softwarem, ve kterém žáci objevovali funkčnost jednotlivých programových bloků. Vyučující nechal žáky, aby si program samostatně prozkoumali a osvojili. Následně společně diskutovali a vyvozovali závěry nad funkčností programových bloků. Někdo by mohl namítat, že na blocích bylo napsáno, jakou činnost vykonávají, ale důležité bylo také zjistit, kdy a jak je správně použít. Problematiku jsme si s žáky vysvětlili na příkladu, kdy růžové bloky softwaru Classroom spustily oba připojené motory, sloužící k jízdě, ale správně fungovaly pouze tehdy, pokud byly zapojeny do vstupů B, C apod.

Třídy se do hodin informatiky rozdělovaly z pravidla na poloviny, první polovina třídy prováděla naši BOV robotickou úlohu, která se týkala se otočení robota přesně o 90° (viz obr. 3).

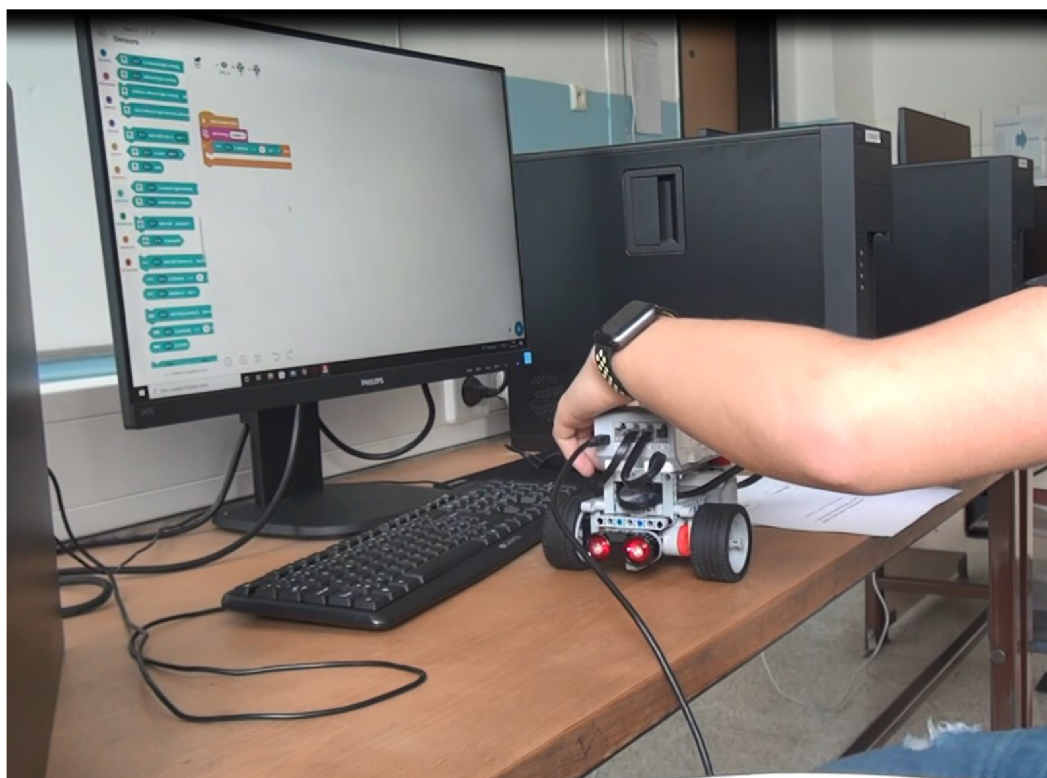


Obrázek 3: Práce na BOV robotické úloze Problém na křižovatce

Druhá polovina třídy se stejným vyučujícím procvičovala jízdu robota a jeho otáčení za účelem osvojení bloků softwaru klasickým pojetím výuky, na které byli žáci zvyklí, což v tomto případě znamenalo demonstraci. Následně na tuto aktivitu navazovala úloha „bludiště“, kterou vyučující s žáky standardně prováděl. Jednalo se o projetí bludiště, které sestavil vyučující. Žáci za pomoci znalostí nabytých z předchozí vyučovací hodiny měli za

úkol projet bludištěm. Popisovaná výuka se týkala obou skupin jedné třídy, byla pouze ojedinělou záležitostí z důvodu množství robotických stavebnic, kterými jsme disponovali.

Další žáky prováděnou úlohou byla BOV robotická úloha Adaptivní tempomat (viz obr. 4). Žáci sestavovali program, který simuloval vlastnosti adaptivního tempomatu, program dokázal detekovat překážku a přikázat robotovi, aby před překážkou zastavil. Žáci na základě těchto dovedností robota dokázali program rozšířit o nadstavbu adaptivního tempomatu. Pokud překážka před robotem zahájila pohyb vzad, tak robot reagoval tentýž způsobem, zachoval si odstup.



Obrázek 4: Testování funkčnosti robota při úloze Adaptivní tempomat

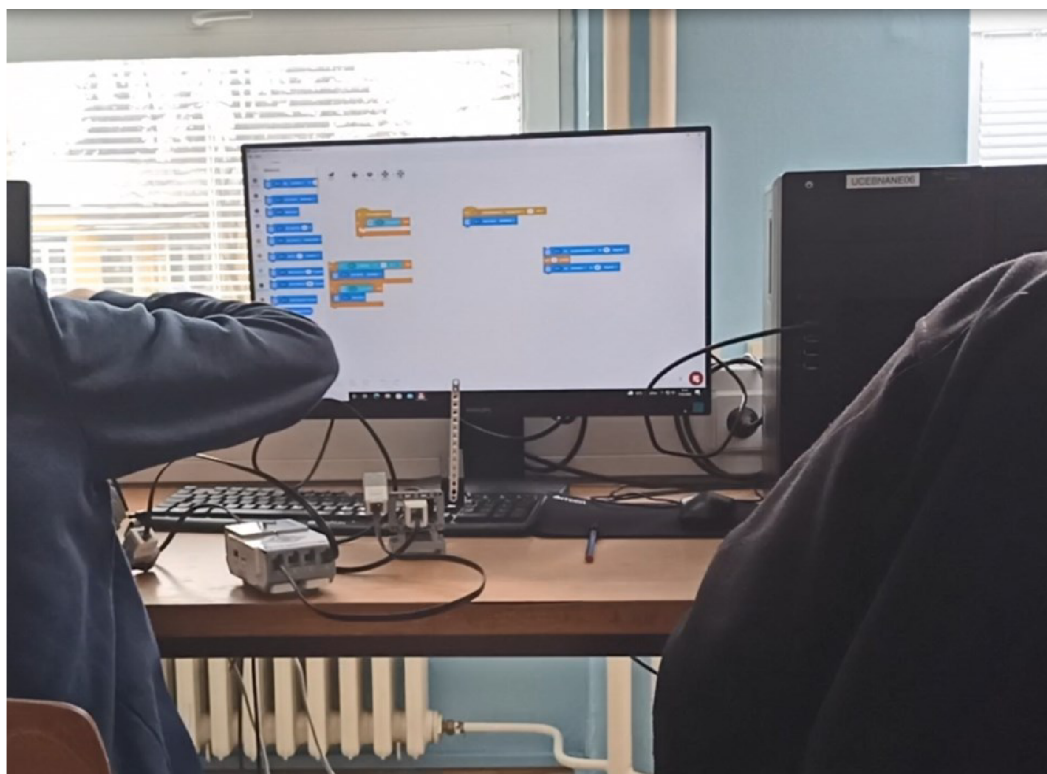
Pro rychlejší žáky přicházel popud k zamyšlení ze strany vyučujícího. Měli za úkol představit si jejich program v reálné situaci. Robot jel a náhle zastavil, to znamenalo prudké škubnutí, které bylo v reálné situaci nežádoucí. To vyvolalo otázku, jak program upravit, aby robot plynule zpomaloval až do úplného zastavení před překážkou.

Poslední BOV robotickou úlohou, kterou žáci prováděli, byla úloha Závora na parkovišti. Žáci závora museli nejprve zkonstruovat (viz obr. 5).



Obrázek 5: Konstruování robotické závory.

Následně vytvářeli program ovládající závory (viz obr. 6). Testování funkčnosti závory bylo pro žáky mnohdy snazší, mohli čerpat z předchozích úloh např. využití pohybu motoru ke zvedání závory. Někteří žáci ověřovali funkčnost manuálně ovládané závory za pomoci touch senzoru. Vzhledem k tomu, že pracovali s robotem, bylo jasné, že tento úkon zvedání a pokládání závory bylo potřeba zautomatizovat. To znamenalo co nejvhodněji připevnit ultrazvukový senzor, který měl nahradit manuální práci.



Obrázek 6: Práce na BOV robotické úloze Závora na parkovišti

4.8 Analýza dat

Pro zpracování dat jsme použili různé metody práce s kvalitativními daty jako otevřené kódování, technika vyložení karet a tematické kódování. Zpracovaná data byla anonymizována použitím číselného kódu a reálná identita žáků, kteří se zúčastnili výzkumu, jsou známa pouze autorovi výzkumu.

Švaříček a Šed'ová (2007) doporučují univerzální způsob analýzy dat skrz otevřené kódování. Kódování obecně reprezentuje operace, pomocí nichž jsou údaje analyzovány, konceptualizovány a seskupeny novým způsobem. Text určený k analýze jsme rozdělili na jednotky (slova, sekvence slov, věty nebo odstavce), každé takto definované jednotce jsme přidělili nějaký kód (slovo, krátká fráze vystihující určitý typ vyjádření a odlišení jej od ostatních). Volba kódu byla klíčová, a proto si klademe otázku, který jev či téma daná pasáž nejlépe vystihuje, a to s přihlédnutím k určité výzkumné otázce. Postupem času může nastat problém s různorodostí opakujících se výpovědí, které byly označeny kódy již vytvořenými dříve. Z těchto důvodů jsme se ke kódům opakovaně vraceli, revidovali a přejmenovávali dle potřeby. Následně jsme kódy seskupili do kategorií dle podobnosti nebo jiné vnitřní souvislosti (Švaříček, Šed'ová, 2007).

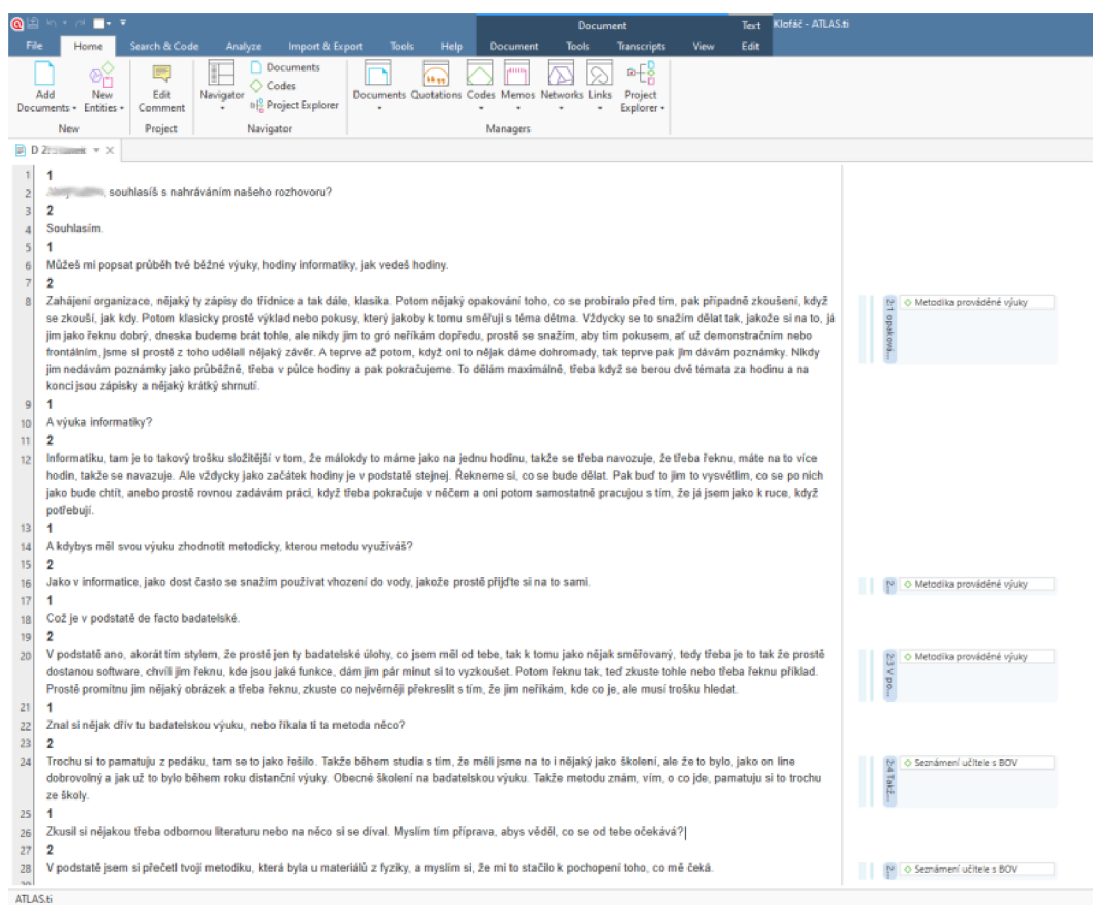
Technika následující po otevřeném kódování, kterou jsme využili pro deskriptivní část výzkumu, se nazývá „vyložení karet“. Jak uvádí Švaříček a Šed'ová (2007), jedná se o kategorizovaný seznam kódů, kategorie vytvořené skrze otevřené kódování byly uspořádány do jisté struktury, podle níž byl sestaven konečný text, který vypovídá o obsahu jednotlivých kategorií. Název jednotlivých kategorií se stal názvem dílčích kapitol, jejichž obsahem je podrobný popis a interpretace kódů spadajících do určité kategorie (Švaříček, Šed'ová, 2007).

Postupy vedoucí k naplnění výzkumného cíle analyzování složek informatického myšlení předpokládají využití tematického kódování, které navazuje na otevřené kódování. V souladu s doporučeními Švaříčka a Šed'ové (2007) to znamená, že po provedení otevřeného kódování se náš další postup analýzy drží v rámci jednotlivých složek informatického myšlení.

Analýza dat a s tím výše uvedené kódování rozhovorů a videonahrávek, bylo prováděno v software ATLAS.ti. Tento software slouží k vytváření kódů a k jejich

přirázování jednotlivým úsekům videa či textu. U vytvořených kódů lze kdykoliv upravovat nebo měnit jejich název. K úpravám může dojít při porovnávání jednotlivých datových segmentů a zjištění podobnosti významu (např. „známky ve škole“ a „školní prospěch“), takto vedené segmenty by měly být označeny společným kódem a lze je tedy sloučit dohromady. Změny názvů kódů je třeba provádět obezřetně z důvodů, aby nový název kódu i nadále vyjadřoval všechny jím značené datové segmenty (Šimandl, Dobiáš, 2021).

Prostředí aplikace ATLAS.ti pro analýzu přepsaných rozhovorů je vyobrazeno na obrázku číslo 7.



Obrázek 7: Kódování textu v aplikaci ATLAS.ti

Švaříček a Šedřová (2007) doporučují převést videozáznam do textové podoby. Nicméně, ze zkušenosti můžeme prohlásit, že kódování videozáznamů v programu ATLAS.ti funguje bez sebemenších problémů. Jedinou obtíž se jeví časová náročnost automatické přípravy nově nahraných videosouborů k následnému použití, v jejímž průběhu jsou vytvářeny náhledy jednotlivých videosouborů. Časová náročnost se z pravidla odvíjí od výkonu počítače a délky videa a zahrnuje až desítky minut (Šimandl, Dobiáš, 2021).

4.9 Zajištění kontroly kvality výzkumu

Potřebné bylo též stanovit postupy pro zajištění kvality výzkumu. Pro zajištění platnosti a pravdivosti výzkumu jsme vedli v souladu s doporučeními Švaříčka a Šed'ové (2007) deník výzkumníka, do kterého jsme zaznamenávali metainformace o realizovaných dílčích úsecích výzkumu. Zaznamenávali jsme například důvod volby výběru třídy, s jakými očekáváními jsme uskutečnili dané setkání a jak na nás toto setkání zapůsobilo vzhledem k dalšímu směřování výzkumu.

Dále jsme postupovali dle doporučení Švaříčka a Šed'ové (2007) o zaznamenávání rozhovorů na diktafon a následné přepisování do písemné podoby (se souhlasem daného účastníka a zákonného zástupce viz kapitola 4.4). Pořízené videonahrávky jsme kodovali ve videonahrávce pomocí programu ATLAS.ti. Vyznačili jsme si malé úryvky či zajímavé kousky vět a přiřadili jsme jim kódy. Zvolili jsme, které informace byly kódovány, tudíž jsme nevyhnutelně subjektivně ovlivnili obsah dat. Pro zajištění nezkrácených dat bylo s videonahrávkou opětovně pracováno ve třetí fázi analyzování dat. V udržitelnosti konzistence otázek kladených učitelům nám napomohl jejich písemný seznam. Usilovali jsme také o dodržení konzistence kódování dat, a proto jsme brali v potaz doporučení Švaříčka a Šed'ové (2007), kteří uvádí případy lišícího se kódování provedeného na počátku výzkumu a v pozdější době.

Na základě doporučení několika zdrojů (Hendl, 2008; Creswell, 2012; Yin, 2018) a vzhledem k rozmanitosti pohledů na cíle výzkumu se nabízí triangulace dat jako vhodný nástroj kontroly kvality výzkumu. Švaříček a Šed'ová (2007) ve své knize popisují triangulaci jako pomocné řešení k plně komplexnímu vysvětlení lidského jednání z více než jedné perspektivy. „*Idea triangulace pochází z teorie topografického měření, kde se používají dva známé body k určení polohy třetího bodu na zemském povrchu*“ (Švaříček, Šed'ová, 2007). Jinými slovy, zjištění plynoucí z průzkumu několika zdrojů informací, za použití různých metod, odlišných typů dat a čerpání dat od různých participantů výzkumu (Hendl, 2008). V našem případě je triangulace realizována použitím různých zdrojů dat a kombinací přístupů obsahující sběr dat různými metodami, konkrétně pozorováním, rozhovory, videozáznamem a dotazníky.

4.10 Fáze výzkumu

Navrhli a realizovali jsme výzkum ve třech fázích (1. fáze – vytvoření sady BOV robotických úloh, 2. fáze – analýza žákovských prací a rozhovorů, 3. fáze – vyhodnocení dat). Grafické znázornění jednotlivých fází výzkumu a jejich harmonogram se nachází na Obrázek 8.



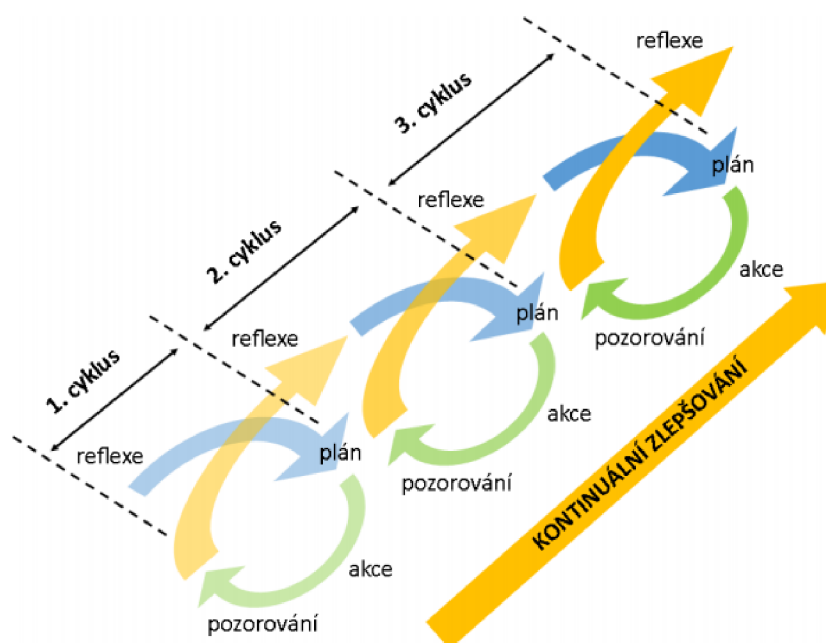
Obrázek 8: Ganttův diagram znázorňující jednotlivé fáze výzkumu

4.10.1 První fáze – vytvoření sady BOV robotických úloh

V první fázi výzkumu jsme vytvořili sadu badatelsky orientovaných úloh v robotice. Použili jsme úlohy, o kterých se domníváme, že mohou být badatelské, a nechali žáky na nich pracovat. Následně analýzou videonahrávek prací, dotazníků a rozhovorů jsme zjišťovali, zda se v úloze objevují patrné znaky badatelské práce. Zároveň jsme paralelně k hodinám informatiky uplatnili stejný proces v hodinách fyziky, kde jsme již znali charakteristiku badatelské výuky. Dopodrobna jsme rozebrali danou vyučovací hodinu společně s rozhovory s učitelem a žákovskými dotazníky. Na základě těchto ověřovacích procesů jsme byli schopni adekvátně vypořádat, zdali žáci u robotických úloh bádali. BOV robotické úlohy prošly ověřováním a lze potvrdit jejich badatelskou hodnotu i pomoc při bádání. V této fázi bylo též zapotřebí provést předvýzkum hloubkového polostrukturovaného rozhovoru s učitelem.

Z důvodů pandemie COVID-19 a nutnosti dodržování určitých karanténních opatření jsme nemohli uskutečnit rozsáhlejší předvýzkum. Nicméně na jedné ze škol jsme v rámci robotického kroužku, navštěvujícího osm žáků druhého stupně ZŠ měli možnost předložit

žákům vytvořená zadání a na základě jejich zpětné vazby provést úpravy týkající se převážně srozumitelnosti textu. Zároveň na učitelí robotického kroužku byl proveden předvýzkum polostrukturovaného rozhovoru, který nám napomohl k upřesnění, přidání či eliminaci otevřených otázek.



Obrázek 9: Cyklus první fáze (Holcová a kol., 2019)

Výše vyobrazený cyklus skládající se z návrhu úlohy, ověření, rozboru a následné úpravy jsme opakovali, dokud nebyla vytvořena sada robotických úloh ověřených na žácích. Poté jsme mohli považovat první fázi za splněnou. Zároveň mezi jednotlivými badatelskými vyučovacími jednotkami žáci plnili robotické úlohy, o kterých bezpečně víme, že nejsou badatelské.

V rámci 1. fáze výzkumu jsme do hodin fyziky vybrali několik badatelsky orientovaných modulů, které byly výstupem projektu PROFILES (profesní reflexně-orientované zaměření na badatelsky orientované přírodovědné vzdělání (PROFILES, 2013)). Tento projekt, na němž participovalo 22 institucí z 20 různých zemí (Česká republika, Dánsko, Itálie, Izrael, Německo, Španělsko, Portugalsko atd.), cílil na zlepšení přírodovědné gramotnosti žáků. Kládl důraz na zdokonalení kompetencí budoucích učitelů, na jejich způsobilosti uskutečňovat ve výuce nové přístupy. Českým partnerem projektu byla Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity (PROFILES, 2013).

Badatelsky orientované úlohy do hodin informatiky jsme vymýšleli nebo převzali s většími úpravami z projektu PRIM. Projekt si pokládal za úkol inovovat obsah vzdělávací oblasti Informatika a ICT, zdůrazňováním výuky zaměřené na rozvíjení infromatického myšlení žáků (iMysleni, 2018). Na příkladech níže si ukážeme strukturu vybraných úloh.

4.10.1.1 Příklad fyzikální úlohy

Zázračný nepořádek pána Oersteda – Úloha vede žáky 9. ročníku, aby si pomocí sady experimentů, které budou sami vykonávat, uvědomili, že elektřina a magnetismus, které do teď pro ně byly oddělené kapitoly, spolu souvisí. Z daných experimentů vyvodí závěry, že při průchodu el. proudu vodičem vzniká magnetické pole a čím je možné toto pole zesílit. Zjistí, že namotanému vodiči říkáme cívka. Dále se dozví, k čemu slouží elektromagnet, a kde se to v praxi využívá.

Zadání pro žáky – přečti si následující text a zamysli se nad ním:

V roce 1777 se v dánském městě narodil chlapec Hans Christian Ørsted. Jeho otec byl chemik, a tak mnoho času trávil malý Hans mezi vědeckými přístroji a velmi brzy projevil zájem o vědu. Studoval na Kodaňské univerzitě, cestoval po Evropě a začal se zajímat také o fyziku. Jelikož nebyl z žádné bohaté rodiny, musel si na vše přivydělávat prací v lékárně. Po určité době se vrátil zpět na svou rodnou univerzitu a začal zde vyučovat fyziku a chemii. Do té doby si elektřina a magnetismus žily každý svým poklidným životem. Ale mělo se to změnit. Pan Ørsted byl zapálený profesor, který svým studentům nadšeně předával vše, co znal o elektrickém proudu. A občas byl i nepořádný. Neustále se mu spousta věcí válela po stole. Při jedné z přednášek o elektrickém proudu, prováděl pokus s vodičem zapojeným k baterii, aby svým studentům ukázal zahřívání vodiče, a náhodou měl blízko položený kompas.

Pozorně si znovu přečti úvodní text a napiš otázky, které tě napadnou. Pokud tě hned nějaká otázka nenapadla, vyber si některé z následujících otázek:

1. Co zvláštního se mohlo v hodině pana Ørsteda stát?
2. Může to nějak souviset s elektřinou a magnetismem?

3. Můžeš si ověřit, co se stalo?

4. Zamysli se, co bys k ověření svých teorií potřeboval.

Na otázky ti pomohou odpovědět následující úkoly a experimenty:

1. Vytvoř svou myšlenkovou mapu:

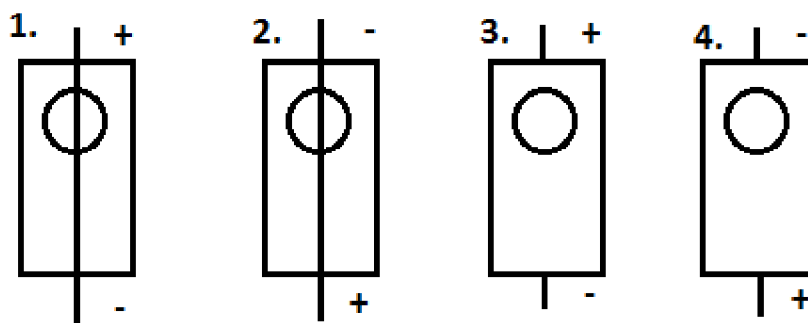
a) k magnetismu b) k elektřině:

c) Představte si svou myšlenkovou mapu ve skupinách.

2. Vyzkoušej, zda má vodič, kterým prochází proud, vliv na busolu.

Pomůcky: baterie, vodiče, busola

3. Vypozeruj, co se děje s kompasem v těchto čtyřech situacích, a zakresli to do obrázků.



př. 1. a 2. – vodič jde přes kompas

př. 3. a 4. – vodič jde pod kompasem

4. V předchozím úkolu jsi pozoroval, že se se střílkou kompasu něco děje. Bylo by možné to nějak zesílit, aby pozorovaný jev byl výraznější?

Napiš své nápady:

5. Bylo by možné zesílit daný jev za použití pouze těch pomůcek, které máš k dispozici? Svě nápady vyzkoušej.

6. K čemu nám tento jev a jeho zesílení může být? Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil, popřípadě vybral.

Závěr:

Dozvěděl ses, že elektřina a magnetismus spolu _____.

Kolem vodiče, kterým prochází proud, vzniká _____.

Magnetické pole můžeš zvětšit: _____.

Fyzikové namotanému vodiči říkají _____.

Relé, zvonek, reproduktor obsahují _____.

Zamysli se nad tím, co jsi se dnes dozvěděl/a, a dokonči následující věty:

Nejvíce mě zaujalo:

Dozvěděl jsem se, že:

Už jsem z dřívějšíka věděl, že:

Ještě by mě zajímalo:

Stále nechápu:

Zdroj: PROFILES (2013), alternativní zdroj modulů Širůčková (2017).

4.10.1.2 Robotická úloha – Problém na křižovatce

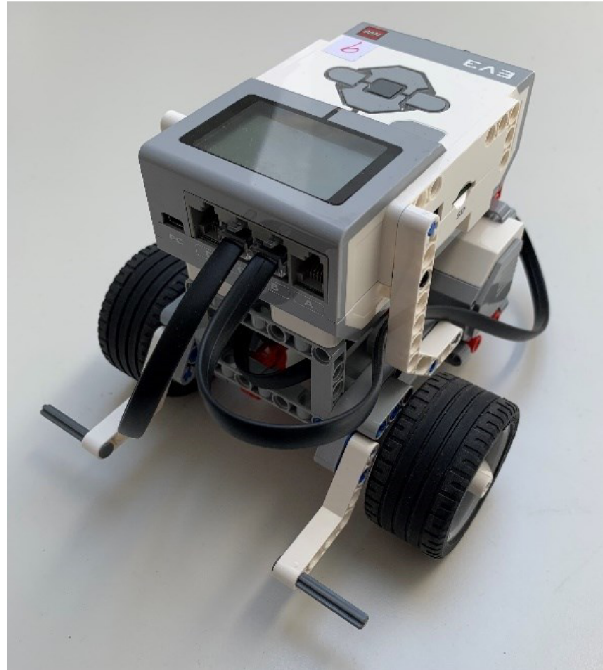
Úloha vede žáky k uvědomění si pomocí sady experimentů, které budou sami vykonávat, že konstrukce a programování robota spolu souvisí. Z daných experimentů vyvodí závěry, že konstrukce robota (vzdálenost kol mezi nápravami) má vliv na jeho naprogramování (činnosti motorů při zatáčení). Jinými slovy dva stejné programy nebudou pracovat stejně s různými konstrukcemi robotů. Zjistí, k čemu slouží gyroskopický senzor a jeho využití k řešení úlohy, potažmo jeho využití v praxi.

Zadání pro žáky – přečti si následující text a zamysli se nad ním:

Problém na křižovatce – V roce 1971 se v Jihoafrickém městě narodil chlapec Elon Musk. Již od 10 let se začal zajímat o počítače a programování. Velmi brzy projevil zájem o vědu. Studoval na Stanfordově univerzitě, ale po velmi krátké době své studium ukončil, aby mohl založit svou první firmu. Musk je také spoluzakladatel a ředitel společnosti Tesla.

Muskovy Vozy Tesla, které v současné době dokáží poskytnout funkce autopilota, si občas neví rady na křižovatkách. Musk by tento problém rád vyřešil a prosí o radu širší veřejnost. Automobil, který má problémy, je speciální tříkolový vůz. Jeho dvě přední nezávisle poháněná kola se údajně chovají různě na písčném, asfaltovém nebo zledovatělém povrchu. Na křižovatce automobil stojí přímo, autopilot chce odbočit směrem doprava, ovšem místo toho projede auto křižovatku přímo.

Musk Vám posílá robota reprezentujícího zjednodušený model auta s jednoduchým programem. Upravte nebo přeprogramujte robota, aby se otočil přesně o 90°.



Obrázek 10: Robot reprezentující model auta

Pozorně si znovu přečti úvodní text a napiš otázky, které tě napadnou. Pokud tě hned nějaká otázka nenapadla, vyber si některé z následujících otázek:

1. Můžeme si ověřit chování programu?
2. Jaké problémy mohly u auta nastat?
3. Postačí v programu nastavit otáčení motoru kol o 90°?
4. Z jakého povrchu je křižovatka?

Na otázky ti pomohou odpovědět následující úkoly a experimenty:

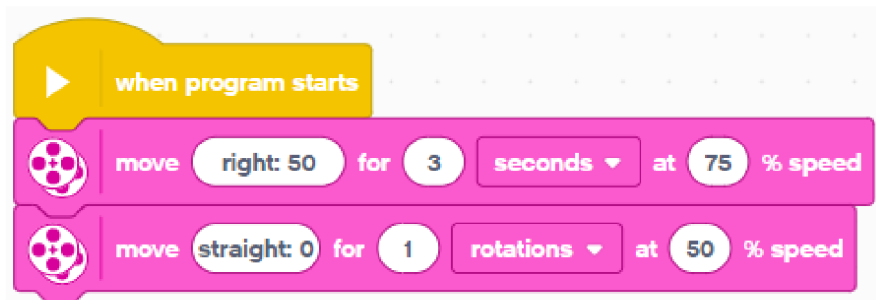
1. Vytvoř svou myšlenkovou mapu:

- a) k programu b) ke konstrukci robota
- c) Představte si svou myšlenkovou mapu ve skupinách.

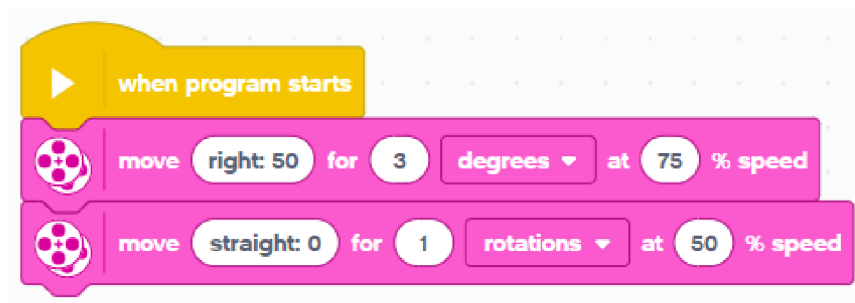
2. Vyzkoušej, zda povrch, po kterém se robot pohybuje, má vliv na ovladatelnost. Svá zjištění zapiš.

Pomůcky: robot, počítač se softwarem, různé povrchy (dřevo, lino, koberec, sklo atd.)

3. Vypozoruj, co se děje s robotem v těchto dvou programech a zapiš to pod obrázky.



Obrázek 11: Program pohybu č. 1



Obrázek 12: Program pohybu č. 2

4. V předchozím úkolu jsi zkoumal ovladatelnost robota na různých površích. Bylo by možné program upravit, aby pozorované rozdíly byly výraznější?

Napiš své nápady:

5. K čemu nám toto testování a úpravy programu může být? Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil, popřípadě vybral.

Závěr:

Na typu obutí kol a povrchu, po kterém se robot pohybuje _____.

Za chybu chování robota pokaždé nemůže _____.

Po dokončení části programu je dobré _____.

Zamysli se nad tím, co jsi se dnes dozvěděl/a, a dokonči následující věty:

Nejvíce mě zaujalo:

Dozvěděl jsem se, že:

Už jsem z dřívějšíka věděl, že:

Ještě by mě zajímalo:

Stále nechápu:

Není žádnou výjimkou, že ve třídách se nachází jedinci, kteří po stránce programátorské či konstrukční převyšují své vrstevníky. Je proto dobré mít k dispozici nápady, kterými jim aktivitu badatelsky ztížíme. Jako vhodné navazující úlohy k počátečnímu seznamování se s robotickou stavebnicí a sw se jeví například vyzkoušení otáčení robota pomocí gyroskopického senzoru. Vyzkoumat, jak a na jakém principu tento senzor pracuje a zda ho můžeme k dané úloze vhodně využít. Dalším námětem by mohlo být otestovat chování robota s jiným obutím kol, respektive připevnit na robota pásy, kterými disponuje a vyzkoušet jeho chování na různých površích ekvivalentně jako v zadané úloze.

4.10.1.3 Robotická úloha – Adaptivní tempomat

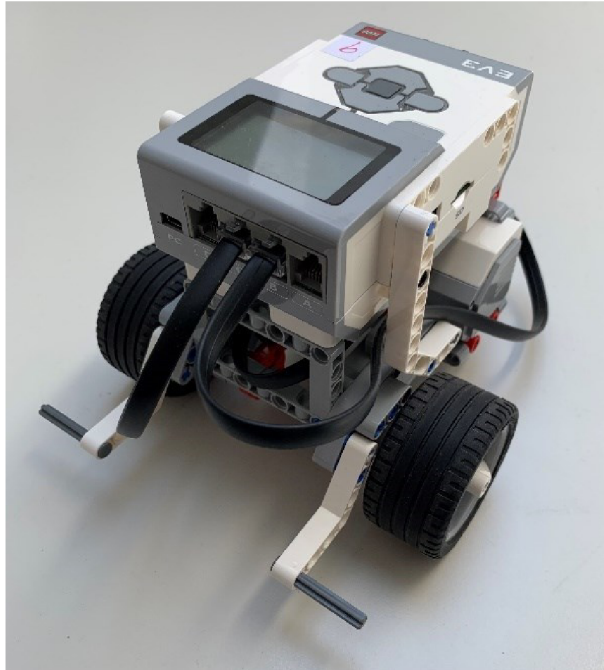
Úloha vede žáky k uvědomění si pomocí sady experimentů, které budou sami vykonávat, že programování tempomatu není triviální záležitost. Z daných experimentů si ověří, jak funguje a jaký je rozdíl mezi tempomatem a adaptivním tempomatem. Zjistí, že pozice připevnění ultrazvukového senzoru je důležitá z hlediska správné funkčnosti tempomatu. Svá zjištění mohou vztahovat k reálným situacím a adaptivní tempomat na jejich základech vylepšovat.

Zadání pro žáky – přečti si následující text a zamysli se nad ním:

Adaptivní tempomat – Historie klasického tempomatu má opravdu pozoruhodný počátek. Slepý pán jménem Ralph Rowe Teetor jej vymyslel za zvláštních okolností. Během jeho života mu dělal řidiče jeho právník, který zpomalil rychlost vozidla, kdykoliv během jízdy začal mluvit a naopak zrychlil, když mluvit přestal. To slepému pánovi vadilo natolik, že roku 1948 vymyslel první automobilový tempomat.

Tempomat je dnes takřka běžnou součástí automobilů, hojně využívaný při jízdě na delší vzdálenosti. Vzhledem k silnému silničnímu provozu, si tempomat vysloužil vylepšení, kterým je adaptivní tempomat. Ten pomáhá řidiči předejít zbytečným nehodám a usnadnit jízdu. I přes tuto vymoženost je nutné, aby byl řidič ve střehu, v důsledku hustého deště nebo sněhové kalamity mohou být senzory nepřesné. Adaptivní tempomat dokáže zrychlovat, udržovat rychlost nebo zpomalovat podle objektu pohybujícího se před ním.

Upravte nebo přeprogramujte robota, aby využíval funkci adaptivního tempomatu, možná byste vymyslely i některá vylepšení.



Obrázek 13: Robot reprezentující model auta

Pozorně si znovu přečti úvodní text a napiš otázky, které tě napadnou. Pokud tě hned nějaká otázka nenapadla, vyber si některé z následujících otázek:

1. Jaký je rozdíl mezi klasickým a adaptivním tempomatem?
2. Jakým způsobem funguje adaptivní tempomat?
3. Které problémy a chyby mohou při provozu tempomatu nastat?
4. Jak se adaptivní tempomat zachová, pokud před ním začne objekt couvat?

Na otázky ti pomohou odpovědět následující úkoly a experimenty:

1. Vytvoř svou myšlenkovou mapu:

a) k programu

b) ke konstrukci robota

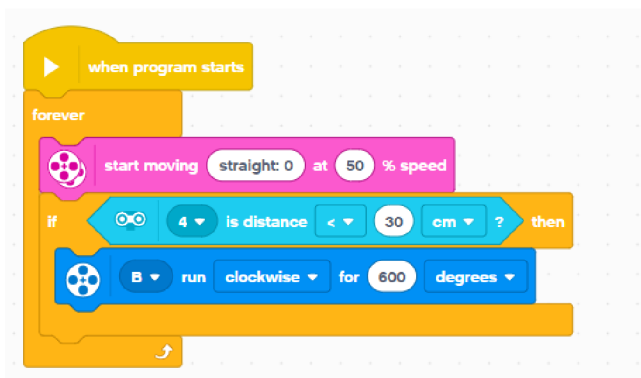
Program

Konstrukce

c) Představte si svou myšlenkovou mapu ve skupinách.

2. Vyzkoumej funkci ultrazvukového senzoru „oči auta“ a navrhní, kam jej k autu připevnit, aby plnil svou funkci. Svá zjištění stručně napiš.

3. Otestuj následující program a pod obrázek napiš, k čemu daný program slouží a zda by se dal nějakým způsobem využít k naprogramování adaptivního tempomatu.



Obrázek 14: Program k úloze adaptivní tempomat

4. Pokus se adaptivní tempomat vylepšit, aby zvládl zareagovat i na couvající objekt před ním. Co by auto (robot) v takovém případě mohlo udělat?

5. K čemu nám tato testování a úpravy programu mohou být? Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil, popřípadě vybral.

Závěr:

U adaptivního tempomatu je důležitá okamžitá _____.

Klasický tempomat slouží k _____.

Adaptivní tempomat udržuje _____ vzdálenost.

Adaptivní tempomat umí zrychlovat, _____ a úplně zastavit.

Adaptivnímu tempomatu nemohu za každé situace plně _____.

Zamysli se nad tím, co jsi se dnes dozvěděl/a, a dokonči následující věty:

Nejvíce mě zaujalo:

Dozvěděl jsem se, že:

Už jsem z dřívějšíka věděl, že:

Ještě by mě zajímalo:

Stále nechápu:

Zdroj: Jakeš a kol., (2020).

Opět je dobré uvést náměty pro rychlejší žáky. Takto dokončený program robota zvládne zastavit před objektem (vozidlem jedoucím před ním) a pokud objekt začne pohyb zpět, robot pohyb zachytí a bude se také pohybovat zpět, aby nedošlo ke vzájemné kolizi.

Žáci si chování robota, který jede konstantní rychlosti a zprudka zastaví, mohou představit v reálné situaci a zjistí, že není žádoucí, aby auto zprudka zastavilo. Je potřebné evaluovat svůj algoritmus, aby robot (auto) po určité přibližující se vzdálenosti zpomalovalo. Žáci ve většině případů použijí několik podmínek čekajících na dosažení určité vzdálenosti od objektu. Tento způsob se jeví jako lepší řešení, ale pořád nevyřeší náhlé zpomalení robota. Jak docílit toho, aby robot zpomaloval plynule, až do úplného zastavení, to je otázka, ke které když se žáci dopracují a která je dovede k optimálnímu řešení adaptivního tempomatu.

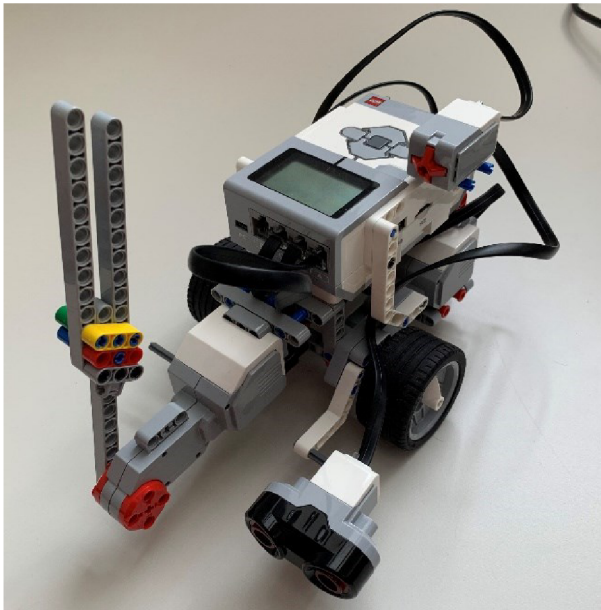
4.10.1.4 Robotická úloha – Závora na parkovišti

V této úloze žáci prokáží tvůrčí činnost. Musí nejprve zkonstruovat závora pouze s přibližným vizuálním návodem a poté skloubit funkčnost motoru (otevírání a zavírání závory) s ultrazvukovým senzorem, aby si vzájemně nepřekážely a správně plnily své funkce. Z těchto experimentů vyvodí závěry, jakým programem patrně závory disponují. Zjistí, že pozice upevnění ultrasonického senzoru je důležitá z hlediska správné funkčnosti závory. Svá zjištění mohou vztahovat k reálným situacím a závora na jejich základech upravovat a vylepšovat.

Zadání pro žáky – přečti si následující text a zamysli se nad ním:

Závora na parkovišti – Řada obchodních domů, firem nebo skladů reguluje příjezd vozidel závorou či branou. Ačkoli je to relativně jednoduché zařízení, pomůže zabezpečit objekt před nežádoucím vjezdem cizích automobilů či zabránit přeplnění parkoviště. Pokud se nejedná jen o ručně zvedanou závora, bude s velkou pravděpodobností řízena elektronicky. To může být řešeno jednak jednoúčelovou elektronikou, která ale neumí nic jiného, jednak pomocí univerzálnějšího mikropočítače obsahujícího řídicí program. Plně automatická závora není levné zařízení, a proto má mnohdy navrženou konstrukci takovým způsobem, aby dokázala co možná nejvíce zabránit poničení vozidla i sebe sama.

Není tomu až tak dávno, kdy u závory stála obsluha, která závora ručně zvedala a zase spouštěla dolů. Dnešní chytré závory tento úkon dělají automaticky, jak ale pozná, že auto před ní zastavilo? Co když jen někdo prošel kolem závory. Jak je možné, že některá parkoviště uvádí počet volných míst? Sedí tam nějaká osoba a počítá auta? Mám se obávat, že mi závora spadne na auto, pokud nezvládnou včas projet? Dost možná na takové otázky dokážu odpovědět, ale dokážu takovou závora naprogramovat?



Obrázek 15: Robot reprezentující model závory

Pozorně si znovu přečti úvodní text a napiš otázky, které tě napadnou.

Pokud tě hned nějaká otázka nenapadla, vyber si některé z následujících otázek:

1. Jak závory fungují?
2. Jak mohou být závory ovládány?
3. Které problémy a chyby mohou při provozu závory nastat?
4. Jak je možné, že nedojde k poškození auta předčasným zavřením závory?

Na otázky ti pomohou odpovědět následující úkoly a experimenty:

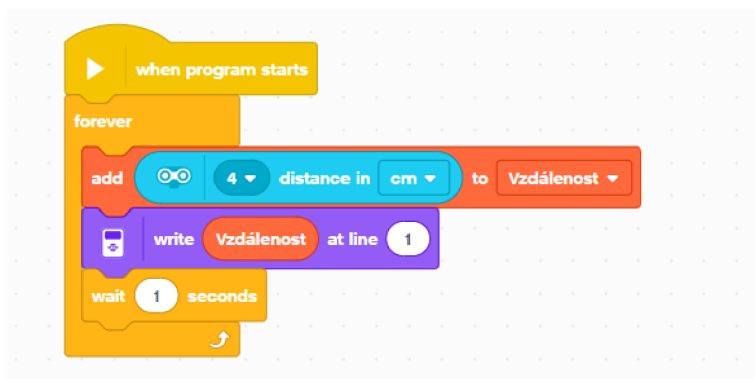
1. Vytvoř svou myšlenkovou mapu:

- a) k programu b) ke konstrukci závory
- c) Představte si svou myšlenkovou mapu ve skupinách.

2. Na základě myšlenkové mapy si napište, které vlastnosti bude závora mít a které činnosti bude vykonávat. Zkuste být konkrétní. Vymyslete je a zapište, ať víte, na čem pracovat.

3. Vyzkoumej a navrhni, kam k závoře připevnit ultrasonický senzor, aby plnil svou funkci. Svá zjištění stručně napiš.

4. Otestuj následující program a pod obrázek napiš, k čemu daný program slouží.



Obrázek 16: Program k úloze závora

Závěr:

Závora můžeme ovládat dvěma způsoby _____.

Předčasným zavřením závory předejdu využitím _____.

Manuální ovládání závory je _____.

Konstruování závory je _____.

Zamysli se nad tím, co jsi se dnes dozvěděl/a, a dokonči následující věty:

Nejvíce mě zaujalo:

Dozvěděl jsem se, že:

Už jsem z dřívějšíka věděl, že:

Ještě by mě zajímalo:

Stále nechápu:

Zdroj: Jakeš a kol., (2020).

Žáci v této úloze sestaví funkční chytrou závora, která se otevře, jakmile se k ní nějaký objekt přiblíží a po určité časové prodlevě se opět uzavře. Ačkoliv se jedná o funkční řešení, tak není zcela optimální a dá se zcela jistě vylepšit.

Motivem pro rychlejší žáky může být navazující zadání, jakým způsobem závora počítá počty projetých aut, dokáže závora zamezit předčasnému sklopení ramene, jak závora

pozná, že se v místech pod ní nenachází nějaký objekt? Jak upravit závoru, aby fungovala obousměrně? Možností bádání nad závorou je celá řada.

4.10.1.5 Námět robotické úlohy

Předpokládali jsme, že námětem na další badatelskou úlohu je zadání spočívající v jednoduché otázce, jak naprogramovat robota, aby ujel přesně jeden metr? Ačkoliv se úloha jeví jako poměrně snadná, nemusí tomu tak být. Naplnění zdárného cíle a vyvození závěrů předchází vzetí několika faktorů v úvahu. Povrch, obutí kol, rychlost robota, programování motorů (máme tři možnosti) pomocí stupňů otočení motoru, otočení motoru (počet celých otáček motoru o 360°) a časový interval spuštění motoru v sekundách.

Můžeme předpokládat, že někteří žáci na řešení půjdou zdlouhavou metodou pokus omyl a neustálým testováním se nejspíše dostanou k určitému zjištění. Můžeme stanovit omezení vedoucí k tomu, aby se žáci více zamýšleli nad možnostmi řešení. Například můžeme stanovit určitý počet pokusů k otestování správnosti řešení.

4.10.1.6 Hledání BOV rysů v úlohách

Analýza úloh, zda obsahují badatelské rysy byla prováděna v programu ATLAS.ti nad videozáznamy z proběhlé výuky a rozhovory přepsanými do textové podoby. Takto analyzovaná data byla doplněná o data z pozorování, žákovských prací a dotazníků.

Pro účely porovnání BOV úloh z fyziky a informatiky, zda nesou badatelské rysy, jsme se soustředili na několik hlavních „kódů“, které vyplynuly z analýzy videí a pozorování. Niže uvedené kódy v této podkapitole slouží jako vhled do problematiky, na které aspekty badatelského vyučování jsme se při posuzování soustředili. Výsledná zjištění doplněná o rozdíly mezi předměty jsou uvedena v kapitole 5.1.

- Vyhledávání informací
- Formulace otázek
- Rozprava s ostatními
- Rozdělení činnosti skupiny

- Experimentování a ověřování
- Zjištění žáka
- Zaznamenávání dat
- Představení výsledků

Vyhledávání informací – vytištěné úlohy, které žáci obdrží, obsahují v úvodu text vztahující se k dané problematice. Text obsahuje podstatné, méně podstatné i nepodstatné informace a je na žákovi přijít na to, která data mu budou v průběhu bádání užitečná. Z analýzy videí a pozorování bylo patrné, že se žáci k textu opakovaně vrací a vzájemně nad ním diskutují. Diskuze s vyučujícím je také možná z důvodu ujasnění cizích pojmů, popřípadě mohou žáci využít vlastní zdroj informací.

Formulace otázek – na základě získaných informací z přeloženého textu se žáci pokouší o formulaci vlastní otázky, nebo některou zvolí z výběru otázek, které jsou žákovi poskytnuty.

Rozprava s ostatními – žáci diskutují nad vybranými otázkami a myšlenkovou mapou. Diskutují nad zjištěními a vzájemně se opravují. Říkají své domněnky a předpoklady možných řešení. Učitel zde hraje jen roli konzultanta, neradí, neprozrazuje, pouze navrhuje dalšími otázkami.

Rozdělení činnosti skupiny – žáci si přidělují úkoly ve skupině na základě vlastního rozhodnutí, kdo je v jaké činnosti lepší a jistější, například někdo se stará o konstrukci robota a jiný o jeho programování. Dělbba činností může být také z důvodu urychlení práce.

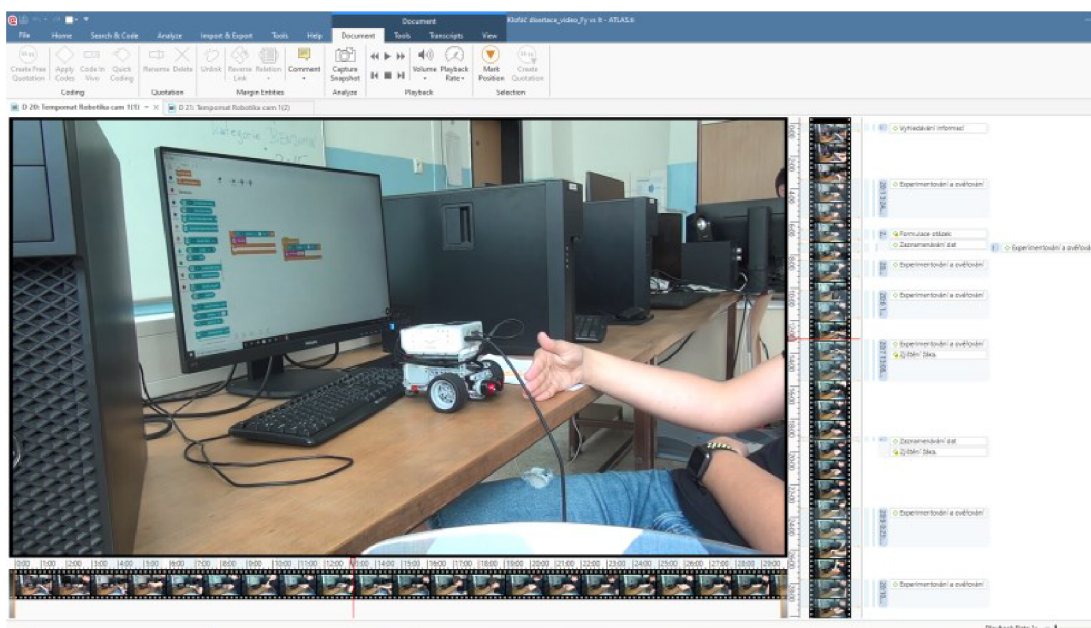
Experimentování a ověřování – stěžejní část, v této fázi žáci tráví nejvíce času. Jedná se o úpravy, programování a ověřování funkčnosti robota, popřípadě u fyzikálních úloh jde o zkoumání či ověřování dané problematiky pokusem. Učitel zde zastává obtížnou roli manažera a motivátora; neměl by žákům pomáhat, a to ani za předpokladu, že zaznamená chybu, snaží se pouze směřovat žáka.

Zjištění žáka – jde o průlom v žakově řešení na základě experimentování a ověřování, žáci zvládnou některou dílčí část, nebo dojdou ke druhotným nálezům vyplývajících z vlastních zjištění. Žáci mohou dospět k něčemu neočekávanému doplněné údivem.

Zaznamenávání dat – žáci svá zjištění zaznamenávají do připravených materiálů, často tak činní společně jako skupina z důvodu ověření správnosti. U robotiky jsme se setkávali se zapomínáním zapisování žákovských zjištění.

Představení výsledků – jedná se o závěrečný krok badatelského cyklu, kde si žáci prezentují svá zjištění ať už skupiny mezi sebou, nebo jako celá třída. Žáci formulují svá zjištění a snaží se je vysvětlit a předat spolužákům.

Prostředí programu ATLAS.ti pro analýzu videa je vyobrazeno na obrázku č. 17.



Obrázek 17: Kódování videa v programu ATLAS.ti

4.10.2 Druhá fáze – analýza složek informatického myšlení

Ve druhé fázi jsme analýzou žákovských prací, videonahrávek a rozhovorů zjistili, zda námi vytvořené úlohy přispívaly k algoritmickejšímu nebo k jiné složce informatického myšlení. Následně jsme dotazníkovým šetřením se žáky stanovili, co se jim jevílo těžké, co žákům na badatelské hodině vyhovovalo, nebo naopak, co se jim nelíbilo, jakým způsobem postupovali a proč. Data z dotazníkových šetření a rozhovorů s učiteli byla průběžně analyzována a přepisována do výsledné podoby viz kapitoly 5.3 a 5.4. Videonahrávky byly kódovány počátečním kódováním v programu ATLAS.ti z důvodu přehlednosti a umožnění opakovanému vracení se k jednotlivým kódům.

U navržených BOV robotických úloh jsme hledali znaky vybraných složek informatického myšlení. Primárně jsme se zaměřili na tři složky informatického myšlení, jimiž jsou algoritmizace, abstrakce a evaluace. Záměrně jsme vybrali tyto složky z důvodů, že je vnímáme jako stěžejní při práci s roboty a soustředili jsme se na zjištění, zda BOV přispívá více k procvičování těchto složek. Vymezení těchto složek jsme představili v kapitole 2.2 informatické myšlení. Níže uvádíme, na které aspekty jednotlivých složek jsme se při identifikaci zaměřili, jinými slovy jedná se o popis znaků vybraných složek informatického myšlení, které jsme v BOV robotických úlohách hledali. Výsledná zjištění doplněná o popsání situace ve výuce jsou uvedena v kapitole 5.2.

Algoritmizace – hledání algoritmického postupu, vytváření postupu, přemýšlení nad posloupností a pravidly, implementace do problémové oblasti, vykonávání algoritmu, vytváření algoritmu

Abstrakce – rozpoznávat abstrakci, zjednodušování od konkrétních k obecnějším problémům, odstraňování detailů za účelem zjednodušení a soustředění pozornosti, abstraktní interpretace zjištění, abstrakční dovednosti nezbytné při konstrukci vhodných modelů, v našem případě se může jednat o myšlenkovou mapu

Evaluace – testování a ověřování, řešení problému více způsoby, hledání chyby, spouštění programu po jednotlivých krocích, zjednodušení kódu, zkrácení kódu, vhodnost řešení pro daný účel, vylepšení již funkčního programu, snaha o nalezení nejlepšího řešení.

Zde uvádíme příklad identifikace evaluace jako složky informatického myšlení v robotické úloze Problém na křižovatce.

Žáci se snažili na základě úvodního textu úlohy vytvořit program, ve kterém se má robot otočit o 90° . Jednou z prvních možností napadající žáky, bylo naprogramovat otočení motoru (jednoho kola) o 90° . Po následném otestování programu žáci zjistili, že takto naprogramovaný motor nedokáže otočit robota o 90° . Tato nalezení vedla k revizi programu, hledání chyby a následnému opětovnému testování.

4.10.3 Třetí fáze – vyhodnocení získaných dat

Třetí fáze spočívala ve vyhodnocení získaných dat během druhé fáze výzkumu. Vyhodnocení dat probíhalo v souladu s popisem uvedeným v podkapitole 4.8. Data poskytla mnoho informací, s jejichž zpracováním nám ve značné míře pomohl program pro kódování a zpracování kvalitativních dat ATLAS.ti. Vyhodnocená data byla interpretována do výsledné podoby v kapitole č. 5 a okomentována, aby poskytla odpovědi na výzkumné otázky. Dále jsme v této fázi seskupili poznatky k vytváření BOV robotické úlohy.

Tvorba BOV robotické úlohy je vlastně odrazem kroků badatelského postupu; snažili jsme se vyvolávat situace, které podněcují badatelské procesy na základě doporučení (Badatelé, 2019). Vizuální podobou a formou badatelsky orientovaných úloh robotiky jsme se inspirovali v příbuzné vědě (fyzice), a to z důvodu možnosti použití již prakticky ověřených modulů (PROFILES, 2013).

Snažili jsme se o formulaci úloh a otázek takovým způsobem, který v žácích vzbuzuje bádání, aby žáci při řešení úloh zkoumali, experimentovali, vytvářeli předpoklady, odůvodňovali, formulovali závěry, komunikovali s ostatními, obhajovali své názory a zvládali přijímat kritická tvrzení. Naše úlohy odpovídají druhému a třetímu stupni bádání podle Stuchlíkové (2010).

5 Výsledky, jejich analýza a diskuze

Kapitola se věnuje analýze získaných dat a reflektuje zjištění k druhému a třetímu cíli disertační práce. Dále odpovídá na výzkumné otázky definované k jednotlivým cílům výzkumu.

V podkapitole 5.1 poukazujeme na znaky bádání u vytvořených robotických úloh a popisujeme jednotlivé příklady na praktickém nálezu. Podkapitolu uzavíráme porovnáním BOV robotických a fyzikálních úloh. V podkapitole 5.2 se věnujeme průzkumu, zda BOV robotické úlohy mají potenciál rozvíjet IM. Poukazujeme na prolínání jednotlivých složek IM a naše zjištění diskutujeme s odbornou literaturou.

Podkapitola 5.3 seznamuje čtenáře s vnímáním BOV učiteli na druhém stupni ZŠ. Učitelé poukazují na zajímavá zjištění, doporučení a obavy. Výsledky rozhovorů jsou o to přínosnější, že se nám podařilo angažovat učitele s různými a pestrými zkušenostmi s touto výukovou metodou.

Na badatelsky pojaté vyučování jsme se dotazovali také žáků prostřednictvím otevřených dotazníkových otázek. Žáci uváděli zajímavé a rozmanité odpovědi, které vypovídají o jejich vztahu k odlišnému stylu výuky, těmto odpovědím se věnujeme v podkapitole 5.4.

V podkapitole 5.5 formulujeme doporučení k procesu vytváření BOV robotických úloh.

Nakonec v podkapitole 5.6 a 5.7 se snažíme vyzdvihnout nejpodnětnější zjištění vyplývající z nasbíraných dat a v neposlední řadě poukázat na doporučení, která by mohla být nápomocná učitelům hledajícím aktivizující výukové metody.

5.1 Nesou vytvořené robotické úlohy badatelské znaky?

Výsledky našich zjištění uvádíme ve dvou částech, první část podkapitola 5.1.1 vznikla z analýzy BOV robotických úloh a druhá část podkapitola 5.1.2 vznikla z porovnání BOV robotických a fyzikálních úloh.

5.1.1 Rozbor BOV robotických úloh

U robotických úloh, které jsme žákům dávali, byly nejprokazatelněji vidět tyto badatelské znaky:

- Experimentování
- Diskuze s ostatními
- Vyvozování závěrů
- Plánování

Některé z pozorovaných znaků se vzájemně prolínají, a proto si dovolíme je uvést vždy jen v jednom z výše uvedených, který se nám jeví jako stěžejní v daném kontextu. Připojujeme také pozorování, jakým způsobem učitel svým chováním podporoval badatelský přístup.

Experimentování

Pozorovali jsme tento znak a přitom jsme ověřili teorii „*na co si přijdu sám, lépe si zapamatuji*“ na následujícím příkladu. Vyučující nás informoval o podstatně lepší práci jedné skupiny, která si zatáčení robota osvojila bádáním nad námi vytvořenou robotickou úlohou. Oproti tomu jiná skupina si stejnou problematiku osvojovala s vyučujícím. Skupina tápala, žáci nejspíše nedávali takový pozor, protože kódy jim ukazoval a vysvětloval učitel a oni je pouze testovali.

Při experimentování bylo vidět, že žáci vytvářeli různá programová řešení. Tento znak byl patrný na následujícím případě a projevoval se tím, že žáci k úloze přistupovali různými způsoby, to znamená například; otáčeli jedno kolo robota, otáčeli obě kola vpřed, jedno kolo vpřed a druhé vzad nebo použili gyroskopický senzor. Použili různá nastavení bloků jako například počet stupňů otáčení kol nebo počet otočení kol kolem své osy

a konečně použili časový úsek otáčení kola. Žáci experimentováním zjistili, že úlohy nemají pouze jedno správné řešení, a hledali to nejefektivnější.

Diskuze s ostatními

Pozorovali jsme diskuzi mezi žáky, kam nejlépe připevnit senzor, který je potřebný pro správné rozhodování robota. Žáci diskutovali, vyvozovali závěry nad něčím, co neznali, protože ten samotný programový blok nehovoří nic o umístění a zapojení senzorů. Žáci si navzájem představovali své návrhy řešení, což je podněcovalo k diskuzím s ostatními spolužáky. Žáci například diskutovali nad důležitostí okamžité reakce adaptivního tempomatu a nad rozdíly mezi klasickou a adaptivní verzí tempomatu.

Vyvozování závěrů

Při pozorování bylo patrné, že žáci přicházeli se zjištěním, že ne vždy mohla za špatné chování robota konstrukce nebo program. Pokud si žáci byli takřka jistí, že jejich kód byl správný, zkoumali, kde nastal problém. Například dospěli k závěru, že stejný program otestovaný několikrát se stejnými parametry otočí robota pokaždé nepatrně jinak, nebo že podlaha byla špatně umytá a na kola se chytal prach, který klouzal, nebo se jim na kolo namotala nějaká nečistota a robot se nechoval dle předpokladů. V neposlední řadě došli k zjištění, že pokud baterie robota nebyly zcela nabité, ovlivnilo to chod motorů.

Plánování

Bylo pozorováno, že žáci plánovali a rozdělovali si činnosti. Po většinu času žáci pracovali společně a vzájemně se doplňovali, činili tak až do doby, kdy začali pociťovat tlak od okolních skupin, které byly v bádání napřed. Následně byli schopni využít možnosti dělby práce mezi různé role např. konstruktér, programátor pro zrychlení jednotlivých úseků úlohy. Žákům v těchto situacích vadilo, pokud někdo nesplnil svou část úkolu, což se projevovalo nelibostí. Příkladem byla situace konstruování závory, u které se žáci museli spoléhat sami na sebe a svého spolužáka ve skupině, kdy kromě obrázku robota, který reprezentoval model závory v zadání úlohy, nedostali žádné instrukce a stavba závory byla tak plně v jejich režii.

Přístup vyučujícího

Pozorovali jsme přístup vyučujícího, jak přebírá stěžejní roli v případech, kdy si žáci neví rady. Žáci se v jedné z úloh poprvé setkali s podmínkou. Nebyl pro ně problém podmínku vytvořit, bylo ovšem obtížné podmínku otestovat. Žáci totiž v drtivé většině případů vytvořili kód, kde se podmínka testovala ihned, jakmile se program spustil. Žáky bylo potřeba vhodným způsobem za pomoci návodných otázek dovést ke zjištění, že podmínku museli vložit například do nekonečného cyklu.

5.1.2 Porovnání BOV robotických a fyzikálních úloh

Robotické a fyzikální úlohy, které byly žákům předkládány, si po organizační a pracovní stránce byly dost podobné. Na základě jejich porovnání jsme našli tyto faktory, které přispívají k rozlišení a odlišení těchto BOV robotických a fyzikálních úloh.

- Faktor novosti
- Faktor nejistoty
- Faktor uvědomění

Faktor novosti

Vypozorovali jsme odlišné faktory v zapisování otázek, hypotéz a průběžných dat u robotických a fyzikálních úloh. Žáci v hodinách robotiky zapomínali svá zjištění zapisovat. Tento fakt jsme přikládali jednak přítomnosti softwaru, který jejich zjištění uchovával zapsaná pomocí kódu v počítači, a tak žáky nic nenutilo k zápisu na papír, jednak novosti práce s robotickou stavebnicí. Žáky tato novost primárně nutila upravovat, programovat a testovat svého robota. U fyzikálních úloh si žáci počínali lépe a průběžně svá zjištění a data zaznamenávali.

Faktor nejistoty

Vypozorovali jsme faktor nejistoty, který hrál velkou roli u fyzikálních úloh ve vzájemné komunikaci žáků. Robotické úlohy se s tímto problémem nesesetkávaly, žáci měli jistá tušení a dokázali si představit, jak by se jejich kód mohl promítnout do chování robota. Fyzikální úlohy v žácích vyvolávaly nejistotu. Dalo by se říci, že fyzikální experiment jim

neposkytoval dostatečnou zpětnou vazbu, a proto více komunikovali ve skupině, ale i mimo ni v rámci třídy.

Příklad, u něhož se projevil faktor nejistoty:

U robotických úloh po několika nevydařených testování dílčího programu a otázkách „*proč mi to nejde, vždyť by to mělo fungovat*“, žáci došli k prozření „*aha, já už vím*“ apod. To znamenalo ověření kódu, zda fungoval podle představ a žák se mohl posunout dále, nebo nefungoval správně a žák byl nucen hledat příčinu.

U fyzikálních úloh na základě instrukcí prováděného experimentu žáci vytvářeli cívky obmotáním vodiče kolem tužky. Žáci vyvodili, jak vytvořit cívku, ale tápali v tom, jak se adekvátně projeví její vlastnosti v experimentu.

Faktor uvědomění

Viděli jsme rozdíl u žáků v uvědomění si a pochopení výsledků robotických a fyzikálních úloh. Faktor uvědomění se projevoval v představování výsledků robotických úloh. Většinou po ukončení kratšího badatelského cyklu následovalo ověřování funkčnosti robota. Žáci pomocí robota demonstrovali svá zjištění, čímž představovali, kterých milníků již dosáhli. Žáci měli představu správného fungování robota, ale často tápali, proč se robot choval jinak, když se domnívali, že jejich sestavený robot obsahoval správně poskládaný kód. Oproti tomu představování výsledků fyzikálních úloh následovalo až po ukončení badatelské výuky. Pozorovali jsme pozdní zpětnou vazbu, žáci do poslední chvíle čekali na závěrečné zhodnocení probíhající s vyučujícím v rámci celé třídy, aby zjistili, zda jejich výsledná zjištění byla správná.

5.2 Disponují BOV robotické úlohy potenciálem rozvíjet IM?

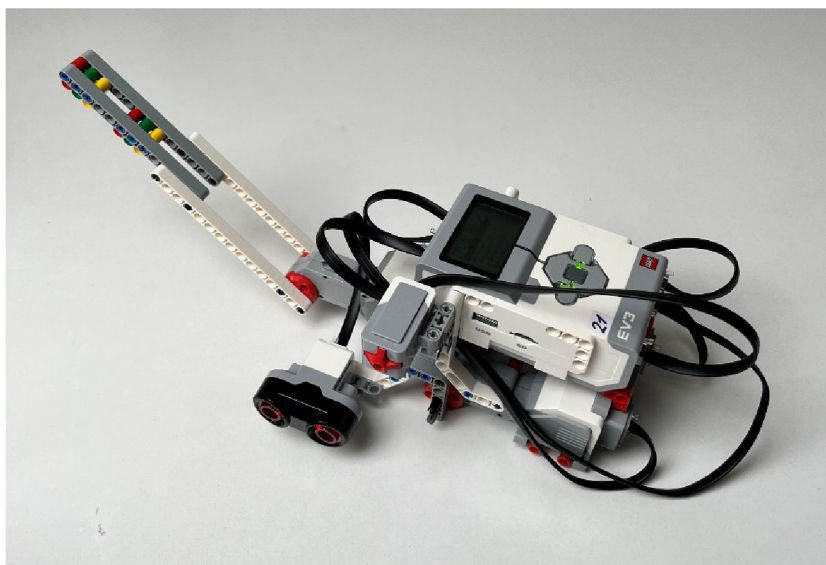
Na tuto otázku nelze odpovědět jednoduše, protože i robotika sama o sobě u žáků rozvíjí informatické myšlení. Zaměřili jsme se na to, zda BOV přístup posiluje rozvoj informatického myšlení více oproti klasické výuce robotiky.

Pozorovali jsme, že badatelský přístup přináší aspekty, které nejsou vidět při běžné výuce robotiky. Na základě vypořizovaných zjištění, která popisujeme v této podkapitole, můžeme konstatovat, že badatelsky vedená výuka složky informatického myšlení podněcuje a procvičuje lépe, protože žáci mají možnost abstrahovat, algoritmizovat a evaluovat bez toho, aby jim někdo napovídal nebo ukazoval přesná řešení. U běžně vedené výuky žáci dostávají práci, která nedává takové možnosti vymýšlet různé varianty řešení a poměrně často vyučující nenechá žáky algoritmizovat, ale kód jim sděluje a vysvětluje. Naproti tomu u těchto BOV robotických úloh jsme pozorovali, že prvek bádání tyto možnosti přináší, žáci museli vymýšlet různá řešení například při otáčení robota o 90 °. Pozorovali jsme, že tyto konkrétní BOV robotické úlohy rozvíjí informatické myšlení v těchto jejich složkách.

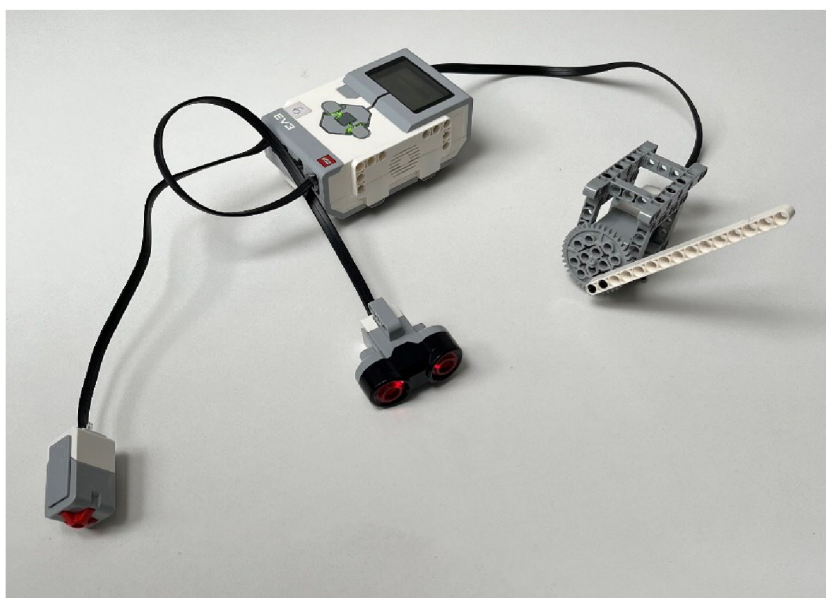
- Abstrakce
- Algoritmizace a algoritmické myšlení
- Evaluace

Abstrakce

V běžné výuce žáci dostávají přesný návod s instrukcemi, jak krok po kroku sestavit robota, kdežto u BOV robotické úlohy Závora na parkovišti konstruují robotickou závora sami. Pozorovali jsme, že žáci v BOV robotických úlohách nebrali v úvahu nepodstatné části robota spojené s jeho vzhledem a soustředili se na podstatné části spojené s jeho funkcí. Např. při sestavení závory zanedbávali různé nepodstatné části a soustředili se na hlavní funkci závory (zvedání, pokládání a umístění senzorů). Různé žákovské představy robotické závory, které se liší pouze po konstrukční stránce a nikoliv po stránce funkční, jsou zachyceny na obrázcích 18 a 19.

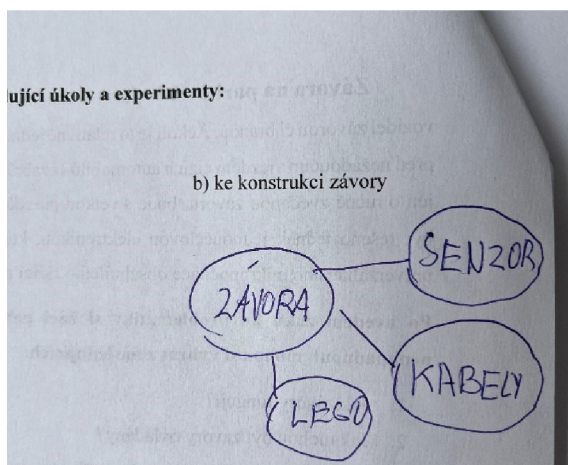


Obrázek 18: Robotická závora v1



Obrázek 19: Robotická závora v2

Žáci abstrahovali informace z předloženého úvodního textu úlohy a na jeho základě vytvářeli vlastní představu modelu závory. Museli si definovat prvky, které závora obsahuje a jsou pro ni stěžejní. Museli si vytvořit mentální model toho robota. Nebylo podstatné například, jak bude závora vysoká, nebo jak bude pospojována apod. Podstatné bylo, aby závora správně fungovala a dala se naprogramovat. Pozorovali jsme, že žáci své plány vztahující se ke konstrukci a programu robota uváděli do myšlenkové mapy, ve které zaznamenávali pouze důležitá zjištění a potlačovali věci méně důležité.



Obrázek 20: Myšlenková mapa

Naše pozorování jsou v souladu s následujícími autory. Keith Devlin (2003), který se ve své studii zabýval abstrakcí, uvádí, jakmile si uvědomíme, že výpočetní technika je o konstrukci, manipulaci a uvažování o abstrakcích, je zřejmé, že důležitým předpokladem pro psaní (dobrých) počítačových programů je schopnost přesného zacházení s abstrakcemi. Kramer (2007) tvrdí, že software a práce s ním je sama o sobě abstraktní.

Algoritmizace a algoritmické myšlení

Tato složka informatického myšlení je nepostradatelná součást programovacího procesu. Viděli jsme, že žáci při vytváření posloupnosti příkazů pomocí bloků museli přemýšlet nad jejich pořadím a využitelností, aby přenesli vlastní představy do správně fungujícího programu. Žáci byli motivováni k vytváření algoritmů, vedoucích ke splnění položených otázek vyplývajících z předloženého textu úlohy. Naše pozorování jsou v souladu s tvrzením Oshanova a kol. (2019), že algoritmické myšlení pomáhá rozvíjet dovednosti programování. Pokud využijeme různorodé a zábavné formy výuky, žáci si tak lépe zapamatují probíranou látku a jsou více motivováni kučení se danému tématu a zdokonalování svých znalostí.

BOV robotické úlohy v žácích evokovaly konstrukční a programátorské aspekty, které zahrnovaly vytváření programů, tedy tvorbu algoritmů. Můžeme konstatovat, že při tvorbě algoritmů žáci využívali své abstraktní myšlení, čili museli své myšlenky přenést do jazyka, kterému počítač a robot rozuměl. Vzhledem k charakteru použitých BOV úloh, žáci na svá zjištění přicházeli individuálně či ve skupinách. Naše tvrzení jsou v souladu se studii Perrenet a Wing. Perrenet a kol., (2005) ve své studii zkoumali schopnost studentů

porozumět konceptu algoritmu. K těmto zjištěním definovali čtyři úrovně abstrakce. Jednou z úrovní je např. programová úroveň: algoritmus je posloupnost kroků, zapsaný v konkrétním programovacím jazyce. Ze studie Perreneta je patrné, že abstrakce je přímo přítomná při algoritmickém myšlení a je jeho nedílnou součástí. Toto tvrzení dokládá např. i Jeanette Wing (2017) algoritmus je abstrakce procesu, který přijímá vstupy, provádí posloupnost kroků a vytváří výstupy, aby splnil požadovaný cíl.

Evaluace

Evaluace je velice důležitou a nedílnou součástí inženýrského myšlení. Testování a ladění programu je jádrem jeho tvorby. V těchto BOV robotických úlohách jsme pozorovali, že žáci hledali lepší a kvalitnější řešení, navrhovali, jak zkontrolovat program, testovali sestavené části kódů, sami se snažili o vyhledávání chyb a optimalizaci kódu. Stejným způsobem upravovali program, pokud dostali některou z doplňkových úloh. Žáci museli identifikovat, jak kód upravit, popřípadě v kterých částech předělat. Příkladem můžeme uvést úlohu Adaptivní tempomat, ve které žáci evaluovali svůj program z důvodů, že se nespokojili s trhavým pohybem robota, ale báдали nad tím, jak program upravit, aby robot plynule zpomaloval před překážkou. Tato naše tvrzení jsou v souladu s autory Peterson a Kong. Peterson (2002) uvádí, že je vzácné, aby program fungoval správně hned při prvním pokusu, často je zapotřebí provést několik pokusů, než jsou veškeré chyby odstraněny. Kong (2019) považuje za jednou z hlavních dovedností evaluace schopnost uvědomit si a vysvětlit příčinu chyby.

5.3 Vnímání BOV robotiky učiteli 2. stupně ZŠ

Podkapitola se zabývá badatelsky orientovanou výukou robotiky a jejím vnímáním učiteli na druhém stupni základní školy. S učiteli informatiky a fyziky jsme realizovali hloubkové polostrukturované rozhovory o výuce robotiky založené na bádání. Z výsledků je patrné, že většina námi oslovených učitelů vnímá badatelsky orientovanou výuku robotiky pozitivně např. v aktivizaci žáků, radosti z objevů, vzájemné komunikaci atd., i za předpokladu větší časové náročnosti na kvalitu přípravy. Právě náročnost přípravy je vnímána učiteli jako největší negativum BOV.

Na základě proběhlých rozhovorů jsme zjistili několik základních okruhů, které se vážou k vnímání badatelsky orientované výuky informatiky vyučujícími na základní škole. Mezi tyto okruhy spadá:

- Výuka informatiky
- Seznámení vyučujícího s BOV
- Jak vyučující seznamovali žáky s BOV
- Porovnání BOV informatiky a fyziky
- Vnímání žáků učiteli při BOV
- Přínos BOV
- Negativa BOV
- Vyučující a BOV
- Časová dotace BOV

Naše zjištění z rozhovorů budeme podle těchto okruhů členit.

5.3.1 Výuka informatiky

Respondenti uváděli výuku informatiky jako neefektivní, během níž vyučující demonstruje práci na počítači a žáci pouze opakují aktivitu, kterou vyzorují: „*Pokud si ukazujeme nějaký nový software, tak procházíme funkce a děti si je po mě opakují*“. Bylo zjištěno, že důsledkem takto vedeného stylu výuky vyučující nejsou ochotni věnovat více

času kvalitní přípravě na hodinu: „*Ono spousta učitelů se totiž vmlouvá na čas a potom to vypadá, tak jak to vypadá a nikam to nevede*“. Najdou se, ale i tací, kteří v žácích rozvíjí dovednosti, jež uplatní na středních a vysokých školách, potažmo v budoucím zaměstnání: „*Pojďme ty děti učit tak, aby si na to přišly sami a aby to pro ně bylo do budoucna přínosem, aby se učily věci, který použijí*“. Výuka prospívající žákům by mohla mít následující podobu: „*Dám dětem nějaký problém a oni se ho snaží řešit. Cílenými otázkami se snažím, aby si na to přišli sami*“.

5.3.2 Seznámení vyučujícího s BOV

Badatelsky orientovaná výuka je relativně mladou výukovou metodou primárně využívanou v přírodovědných předmětech (fyzika, přírodopis atd.). Oslovení pedagogové tuto skutečnost potvrdili: „*Metodu znám hlavně z výuky fyziky*“. Nicméně zkušenosti do výuky učitelé získávají primárně při různých setkáních: „*Mám spoustu kolegů, kdy se jezdí na celostátní setkání, různě se setkáváme, povídáme si tam o tom, předáváme si zkušenosti*“, nebo absolvováním kurzů, které si učitelé volí individuálně na základě vlastních pohnutek: „*(...) měli jsme na tu metodu i nějaký školení. Obecné školení na badatelskou výuku, ale bylo on-line dobrovolný, během roku, kdy probíhala distanční výuka. Takže metodu znám, vím, o co jde*“. Ačkoliv se metoda badatelsky orientované výuky v informatice nabízí a studenti učitelství by se s touto metodou měli seznámit, žádný z oslovených účastníků výzkumu tuto skutečnost nezminil.

5.3.3 Jak vyučující seznamovali žáky s BOV

Vyučujícím zapojeným do výzkumu jsme doporučili seznámit žáky s jiným výukovým stylem: „*Konkrétní úplné instrukce jsem vždycky dával až v tu danou hodinu. Ale dopředu věděli, že hodina bude jiná. Ne konkrétně, ale prostě na tu hodinu už šli s tím, že dneska to bude jiný*“. V případech, během nichž změnil vyučující svůj styl výuky, či zkusil inovativní věci, to vyvolalo v dané třídě odlišné reakce: „*Někteří měli radost, že to bude jiný, a myslím si, že nadpoloviční většina se spíš začala obávat, že jsou vlastně zvyklí na ten můj styl, že mají rádi, když vědí, co je čeká, takže byla nejistota. (...) protože to neznali, tak se spíš obávali, co je čeká*“. Někteří učitelé uváděli vliv hodnocení na obavy z neznámého,

stres, který vyvolá vidina špatných známek: „*Myslím si, že nejvíce se obávali ti, co mají ty známky lepší, protože ví, že to, jak se učí standardně, tak jim prostě vyhovuje, mají z toho ty výsledky a najednou mělo přijít něco jiného. Vždycky je hlavně zajímavá, jestli je to na známky, znejistí, pokud ano, ale pokud to na známky není, uklidní se*“.

Jeden z vyučujících zabývající se BOV již řadu let žáky vede badatelsky již od první vyučovací hodiny na druhém stupni a setkává se spíše s pozitivními ohlasy: „*Myslím si, že jsou z výuky hodně překvapení, protože jsou třeba z některých tříd zvyklí opravdu na to, že sedí v té lavici a jen poslouchají. No a najednou můžou chodit po třídě, můžou diskutovat ve skupinách, můžou vytvářet něco a potom to prezentovat na konci hodiny. To je pro ně novinka, ale spíš se setkávám s tím, že je to pro ně pozitivní novinka*“. S bádáním se žáci setkávají po celé čtyři roky a v případě vhodného složení třídy jim vyučující úrovně bádání postupně zvyšuje. Z toho je zřejmé, že každý následující rok studia na druhém stupni na žácích testuje navazující stupeň bádání: „*Šestáky si na bádání učím a musím navádět. U starších se stává, že si dokáží problém, který je zajímavá najít sami. Více méně to odpovídá stupňům bádání*“.

5.3.4 Porovnání BOV informatika a fyzika

Výzkum se vztahoval k BOV robotickým úlohám, které jsme navrhli, popřípadě převzali a upravili. Z těchto důvodů jsme se vyučujících, kteří ve výuce použili fyzikální BOV úlohy i robotické úlohy, doptávali na rozdíly ve výuce. Otázky směřovaly k tomu, zda se dle jejich názoru skutečně jednalo o badatelské úkoly a jestli robotické úlohy nesou badatelské rysy: „*Organizačně i tím, jak ty děti pracovaly, tak si myslím, že to bylo dost podobné. S žádným problémem, nebo nepochopením jsem se nesetkal*“. Někteří učitelé se ztotožňovali s názorem, že robotické programovací úlohy byly k bádání stvořené především z důvodu ověření funkčnosti programu: „*U informatiky byla výhoda v tom, že žáci viděli nějakou tu zpětnou vazbu, jestli to dělají dobře. Když programovali, tak věděli, že jim program funguje, takže nejspíš jsou na správné cestě, kdežto u fyziky to vyplnili a až potom, po představení výsledků ostatním skupinám, zjistili, jestli vlastně postupovali správně, jestli to nemají třeba úplně celý špatně*“.

Nově pojatá informatika, bádání nad robotickými úlohami, by mohla být pro žáky zábavnější formou učení se, což potvrzuje vyjádření jednoho z vyučujících: „*Myslím si, že*

ta informatika byla taková zábavnější a zdálo se mi, že žáci víc pracovali. Kdežto u fyziky samozřejmě splnili, co museli, ale nemyslím si, že to mělo u všech žáků ten kýžený efekt. Ale jinak si myslím, že v informatice to mělo větší využití i efekt. Minimálně u těch, co se snažili“.

5.3.5 Vnímání žáků učiteli při BOV

Zaměříme-li se na vnímání žáků učiteli, vyzorovali jsme rozmanité styly výuky, pomocí nichž se učitelé snažili aktivizovat co největší počet žáků. Respondenti vyjádřili, že badatelská metoda ponechávala žáky získávat vědomosti individuálně: *„To nejlepší na bádání je, že ty děti to zažijou samy. Protože v okamžiku, kdy jenom pasivně přijímají informace, tak jim to jde jedním uchem tam a druhým ven“.* Učitelé v badatelské metodě spatřují základ pro budoucí život žáků: *(...), až přijdou na střední školu a potom do zaměstnání, tak jim zaměstnavatel zadá nějaký úkol a budou muset řešit sami. A tady na základce to zatím trémujeme. Takže my jsme tady ti učitelé k tomu, abychom jim ještě pomohli, tím pádem, čím dřív je na to připravíme, tím si myslím, že líp“.*

Nepřipravenost žáků na badatelský styl výuky v nich vyvolával pocit podobnosti s výukou z jiných předmětů, příkladem lze uvést laboratorní cvičení. V laboratorním cvičení jsou žáci zvyklí využít pomoc učitele, pokud si neví rady s úkolem a zároveň si tím do jisté míry ulehčují práci: *„U badatelského zadání začali pracovat úplně sami. Jeli v podstatě každý svým vlastním tempem, ale dost často si to žáci spojili s laborkama, že u těch laborek za mnou dost často běhají. Kolikrát už to sklouzává k tomu, že to pomalu dělám za ně. Takže tady jsem se snažil, že ne, akorát jsem se snažil navést, co mají dělat. Nakonec šli a udělali si to sami a takhle v podstatě pracovali po celou tu dobu“.* Jiný z vyučujících kladl důraz na přemýšlení žáků a postup ani řešení neprozrazoval: *„Pomáhám, ale pomáhám zase tak, aby museli přemýšlet. Já nemám rád takový to, že jim to člověk řekne na rovimu, tak jim dám třeba trošku jiný otázky, snažím se je tam dovést tímhle způsobem“.*

Některým žákům styl výuky nevyhovoval, a to hlavně z důvodů strachu z neúspěchu: *„No tak jednak proto, že jim to přišlo těžký, náročný a tím, že si na to vyřešení nepřišli. A také si myslím, že kvůli tomu, že někdo kolem nich byl napřed a oni nestihali. Dle mého by tyhle problémy vyřešilo to, kdyby se to dělalo častěji“.* Na stížnostech ohledně neúspěchu se shodla většina vyučujících zapojených do výzkumu, avšak setkali se i s kladnými ohlasy žáků: *„Stěžovali si ti, kdo to moc dobře nezvládali, ale přišli za mnou i s tím že to bylo super,*

že doufají, že to příště budeme dělat zase“. Můžeme se domnívat, zda by jiný způsob hodnocení žáků, než známkování nevedl k lepšímu přijetí této metody.

Některým z vyučujících badatelské úlohy posloužily zároveň i informativně: „*Jediný, co mě trochu zklamalo, byla úspěšnost, že to nebylo úplně dobré. Říkal jsem si, že to zvládnou tak tři čtvrtiny třídy, ale většinou to bylo tak okolo půlky. Je to i zajímavý zjištění pro učitele, jak děti pracují*“. Ačkoliv badatelsky orientovaná výuka zahrnuje pozitivně vnímané prvky, ne u každého vyvolá sympatie: „*Badatelská výuka jako každá výuka není úplně pro všechny. Jsou děti, které nastartujou a ty vědomosti tam sypou. A pak jsou děti, které radši sedí v lavici a pasivně přijímají informace, ale těch je zaplat' pánbůh míň*“. Je otázkou, zdali by častější použití této metody neaktivovalo také pasivní žáky.

5.3.6 Přínos BOV

Výuka bádáním s sebou přinášela pozitivní a aktivizující prvky, které jsou žákům prospěšné v navazujících etapách života: „*Pojďme ty děti učit tak, (...), aby to pro ně bylo do budoucna přínosem*“. U bádání byl kladen důraz na spolupráci ve skupinách, výuka robotiky byla koncipovaná na práci ve dvojicích, což žáky nabádalo k vzájemné komunikaci a spolupráci. Vyučující byl upozaděn a nechal žáky pracovat: „*Na co si přijdu sám, to si lépe zapamatuji*“. To dokládá následující vyjádření vyučujících: „*Určitě je pro ty děti přínosem, jednak že si na to přijdou samy, takovej ten pocit úspěchu a budou si to víc pamatovat, a jednak si myslím, že je to mnohem víc baví, což aktivizuje i ty žáky, kteří normálně nic dělat nechtějí*“. BOV s sebou přinášela mimo jiné zasloužený pocit úspěchu, pokud žáci objevili něco nového, nějaké nové řešení, na které žáci přicházeli: „*Určitě se jim líbí takové to heuréka momentum i já to pociťuju z pohledu učitele, že z toho mají radost. To nadšení občas strhává i ostatní žáky pracovat, ukazují si chování robota, na co přišli a jak to naprogramovali*“.

Práce ve skupině obnášela vzájemnou komunikaci a vyhovění si, celá skupina pracovala na stejném problému, popřípadě vyučující sloužil jako nápomocný faktor, který monitoroval časovou dotaci: „*Bylo fajn vidět, že oni, jak na to měli málo času a sami věděli, že nestíhají, tak si začali ty programovací úkoly rozdělovat*“. Z těchto výpovědí lze odvodit pozitivní vnímání BOV ve výuce robotiky, ale i jinde. Vyučující si dokážou badatelský přístup představit i v dalších částech RVP informatiky: „*S devátákama vytváříme koncem*

roku webovky, dokázal bych si představit toto téma víst badatelsky, de facto v každé části se dá objevovat“.

5.3.7 Negativa BOV

Oslovení učitelé se shodli na tom, že BOV má také negativní stránku a nevýhody spatřují hlavně v časové náročnosti na přípravu materiálů: *„Tak jediný mínus, který tam vidím, že ta příprava toho učitele je mnohem větší, vymyslet to, připravit a hodnotit. Musíš tu přípravu udělat takovou, aby to ty děti pochopily, aby to klaplo. O co víc práce si s tím učitel dá, tak o to miň práce potom má v té hodině“.* Pokud si vyučující vytvoří kvalitní přípravu, obsahující vhodné cíle, ve kterých si žák odnese patřičné znalosti i za předpokladu částečného neúspěchu, usnadní si tím výukovou jednotku. Někteří vyučující měli obavy z nepovedené badatelské výuky: *„(...) některý ty děti si na to nepřijdou, tak stejně jim to budu muset dovysvětlit. Není to, jako když proběhne standartní hodina, zeptám se na konci, kdo jste to nepochopil, tak to zopáknem. Ale u bádání, kdyby za tu hodinu fakt nedospěli k vůbec ničemu, tak stejně to pak musíš suplovat ještě tou klasickou hodinou“.* Tento postoj může být dán tím, jak učitel vnímá cíle výuky, způsob, jak se žáci učí (prozradí jim řešení či výsledek a tím se to žáci naučí). Český školský systém je výrazně orientován na výkon a toto je jeho důsledek.

Náročnost přípravy a obavy z neúspěšné výuky mohou vést k pouhému vyzkoušení badatelské metody a následnému vrácení se ke klasické výuce: *„(...) příště to odučím normálně“.* Setkali jsme se také s opačným přístupem, vyzkoušení bádání, analýza nevydařeného a následně vykonání lepšího postupu: *„(...) vytvářím k bádání pracovní listy, kde ty pracovní listy jsou živý, takže je vyzkouším třeba jeden rok, druhý rok tam upravím něco, co se třeba nepovedlo ten první rok“.* Výše zmíněné negativní stránky badatelské metody se týkají postojů učitelů k jejich přípravě a odhodlání něco změnit.

Poslední nevýhodu, o které se oslovení vyučující zmiňovali, je negativní stránka práce ve skupinách. Každý, kdo práci ve skupinách pozoroval, se dozajista setkal s tahounem skupiny vykonávajícím spoustu dílčích úkolů za jiné spolužáky a s někým, kdo se tzv. vezl: *„Většinou jako nejhorší je uhlídat to, aby se tam někdo jakoby neschovával za ostatní. Jo, třeba když je práce ve skupině, tak uhlídat to, aby nepracoval jeden a ty ostatní na něj nekoukali. (...) u tý informatiky, to dost často bylo, že když měli něco naprogramovat ve*

skupině, tak to naprogramoval jeden, a ty ostatní třeba jako koukali, odkýval jim to, takže tam bylo takový drobný úskalí“. Učitelé upřednostňují negativa (flákání) před pozitivy (i ten nejslabší žák si ze spolupráce s ostatními něco odnese namísto toho, aby to musel řešit sám a nevyřešil). Nicméně s žáky, kteří se neradi zapojují do výuky, se setkáváme ve všech výukových metodách.

5.3.8 Vyučující a BOV

V rozhovorech respondenti popsali, že objevili pravidla, která by měl vyučující při BOV dodržovat pro efektivní zvládnutí výuky. Jedním z pravidel je nepodávat učivo v hotové formě, ale vhodnými otázkami žáky navést ke správnému řešení: *„Kolikrát už to v klasické hodině sklouzává k tomu, že to pomalu dělám za ně. Takže tady jsem se snažil, že ne, akorát jsem řekl, co mají dělat a korigoval jsem je“.* Na tento způsob výuky si učitel musí dávat pozor a kontrolovat se, i když je to dle doložených výpovědí velmi obtížné i pro zkušené vyučující: *„(...) v některých chvílích jsem měl hrozně problém, jak zabránit tomu, abych jim to prozradil, že jsem prostě chtěl, aby si na to přišli sami, a už jsem se kolikrát fakt držel. Chodil jsem kolem nich a viděl jsem, že to dělají fakt špatně, ne, že bych jim řekl správnou odpověď, ale řekl jsem, že takhle ne, jděte jiným směrem“.*

Mezi negativy BOV byla zmiňována práce ve skupinách, jinými slovy nevhodná spolupráce ve skupině, kde ne všichni přispívali podobnou měrou. Učitelé se o skupinách zmiňovali i v otázkách, čemu se po zkušenostech z výuky vyvarovat: *„Takže se mi třeba osvědčilo to, ne takový to rozdělte se sami do skupin, ale budete mít takovýhle skupiny a vybrat ty skupiny předem z těch zkušeností, jak ty děti pracujou a udělat si skupiny jako ten učitel, aby sestavil skupiny sám, aby si to nerozdělovali sami ti žáci“.*

Žáci měli tendenci napodobovat ostatní skupiny, pokud si nebyli svým návrhem řešení jisti: *„No a oni chtěli vždycky, jako když to třeba ta vedlejší skupina dělá tak, tedy my to musíme také dělat tak, od toho to chtělo trochu korigovat a vysvětlovat, že dopracovat se k řešení můžou různýma způsobama“.* Jeden z oslovených vyučujících se badatelské metodě věnuje již několik let, níže poukazuje na problém, se kterým se musel v průběhu let vypořádat, a uvádí mnemotechnickou pomůcku pro ulehčení zvládnutí situace: *„Ze začátku jsem měl hodně velké problémy. Abych je jen naváděl, tak by na to přišli sami. Konkrétně v počítačové učebně má člověk pořád tu tendenci, když někdo něco neví, tak vzít do ruky jeho“.*

myš a udělat to za něj. No takže si myslím, že tohle byl největší problém ze začátku a teď už ten problém nemám. Teď už žádné brání myši do ruky, dám ruce za záda a navedu toho žáka“.

5.3.9 Časová dotace BOV

Zapojení badatelské metody do výuky s sebou přináší rozdíly v rychlosti probíraného tématu. Žáci si na leckteré poznatky musí přijít sami, a to převážně znamená vyšší časovou náročnost: *„No tak samozřejmě, že je to časově jiný, nejvíc v tom, že oni si na to musí přijít sami a některý ty děti prostě toho nejsou schopní“.* Neschopnost docílit požadovaného poznání může být zapříčiněna nevhodně připravenou badatelskou výukovou jednotkou, nebo celkovou náročností probíraného tématu. Nejen z těchto důvodů může vyučující sklouznout ke klasickému výkladu: *„Určitě, taky se to stává, protože potom, když začne tlačit čas, tak jsou třídy, kde je to naprosto v pohodě a vše stíháme. Pak jsou třídy, které jsou na tom hůř, a je to opravdu velký rozdíl. Proto se mi to bádání líbí, já tak třeba učím. Loni jsem učil čtyři šestky a v každý to probíhalo trošku jinak.“*

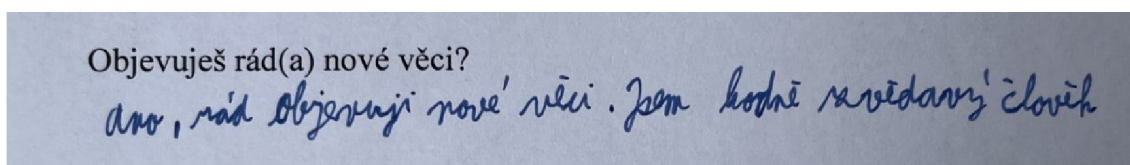
Zajímavý názor jednoho z učitelů pojednává o velkém množství témat v RVP, která je často nutí učit v rychlejším tempu. Určitá témata, dle slov účastníka výzkumu, nejsou stěžejní pro další rozvíjení žáka: *„Ve škole jsme si řekli, že spousta věcí se nemusí učit, ani podle RVP, tak jsme je vyškrtali, jde o různá témata. Pak pro nás zbyl čas právě na to hrani s dětmi. Takže my jsme si podle toho upravili náš ŠVP, abychom tohle to bádání mohli dělat, méně témat, ale kvalitněji probraných“.* V tomto ohledu se nová informatika, obzvláště robotika, jeví jako vhodný předmět pro badatelskou výuku: *„Informatika, tam je to úplně skvělý, témata se dobře prolínají. Tam když se to natáhne o dvě, tři hodiny, tak to vůbec nevádí. Myslím si, že v podstatě můžete bádát pořád, u robotiky určitě pořád. Neříkám, že úplně celou hodinu, ale jako každá hodina si myslím, že může obsahovat badatelsky orientovanou aktivitu minimálně třeba na 15, 20 minut“.* Z výpovědí se zdá, že uspořádání učiva na jádrové a ostatní může pomoci změnit učitelů pohled na cíle výuky a k tomu praktikování BOV dopomáhá.

5.4 Vnímání BOV robotiky žáky 2. stupně ZŠ

V otevřených otázkách pro žáky 9. ročníku druhého stupně základní školy jsme se ptali na jejich vnímání badatelsky orientované výuky informatiky. Otázky jsme záměrně ponechali otevřené, žáci měli možnost rozepsání se a tím lépe vyjádřili svůj pohled na danou problematiku. U otázek jsme záměrně vynechali slova typu badatelská, bádát apod. vyjma poslední otázky; očekávali jsme, zda žáci tato označení výuky dokážou vypořádat. Celkem se nám vrátilo 117 dotazníků, z nichž pouze 12 bylo provokativních či irelevantních.

5.4.1 Objevuješ rád(a) nové věci?

Ze zbylých 105 respondentů odpovědělo na tuto otázku „ano“ 97 žáků. Z těchto čísel lze usoudit, že žáci rádi bádají, hledají a přicházejí na nové věci. Někteří žáci se u odpovědi rozepsali více a uvedli různé podmínky proč „ano“: „Ano, ale podle toho, co to je“. „Ano, pokud ty věci jsou nějak poutavé“. „Ano, zajímá mě, jak věci fungují“. „Ano, ráda se dozvím něco nového, ale na druhou stranu nerada zkouším něco, co jsem nikdy předtím nedělala“.



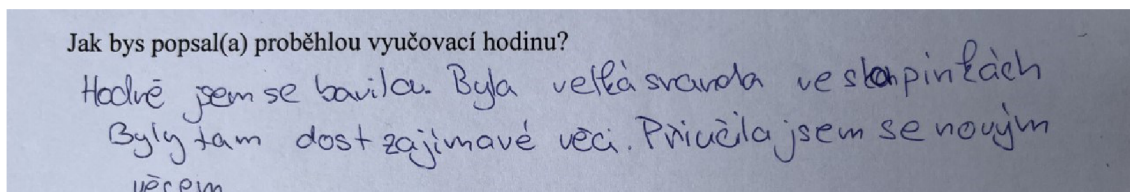
Obrázek 21: Jedna z výpovědí na otázku objevování

Z uvedených dověteků je patrná podmínka zajímavosti a důležitosti, čeho se bádání týká. Tyto aspekty jsou významné pro motivaci žáka. U osmi odpovědí „ne“ žáci uváděli: „Ne, nejsem badatelský ani objevitelský typ“. „Ne, mám z nových věcí docela strach“. Ti, kteří odpovídali „ne“, měli v průběhu dotazníku podobné odpovědi i u některých dalších otázkách.

5.4.2 Jak bys popsal(a) proběhlou vyučovací hodinu?

U druhé otázky převládaly jednoslovné, kladně myšlené odpovědi: „Zábava, Super, Dobrá, Přínosná, Nejlepší“. Několik žáků se rozepsalo více a své dojmy se snažili konkretizovat: „Bavila mě, protože jsem se sama naučila nové věci. Více zajímavá než obvykle. Pohoda, ale namáhavá, musela jsem až moc zapojit mozek. Obtížné, ale zajímavé.“

Bavilo mě to a byla zábava, začal jsem nad tím více přemýšlet. Rád pracuju sám, takže to byla senzace. Byla jiná, než normální hodina, ale v dobrém smyslu“. Z odpovědi je patrná radost z nově nabytých znalostí, ke kterým si žáci mohli dospět sami. Svou roli zde hraje i působení pocitů zažívaných v průběhu výuky.



Obrázek 22: Jedna z výpovědí na otázku proběhlé výuky

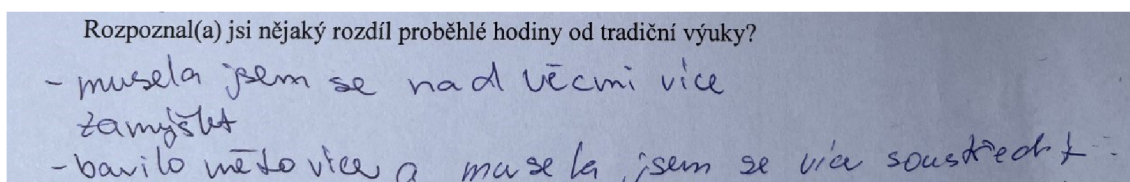
Nicméně pokud se žák nedostal k výsledku nebo si nevěděl rady a učitelova doporučení nepomohla, odpovídal následovně: „*Moc mě nebavila, byla vcelku nudná. Samostatná práce, co mi nešla. Zmatek. Těžká. Stres, že to nestihnu*“. Negativní odpovědi byly ve většině případů podmíněny neúspěchem.

5.4.3 Jak jsi postupoval(a) při řešení daného úkolu?

Z odpovědí žáků jsou patrné badatelské rysy, které tato metoda vyvolává. Bádání je uvědomělý vzdělávací proces, ve kterém žáci například posuzují důležitost informace, v našem případě mimo jiné úvodní text: „*Podtrhala jsem si důležité informace z textu a potom jsem na nich pracovala*“. Formulování problému a posuzování, zdali je daná informace skutečně důležitá, poukazuje na další z rysů BOV, a to rozpravu se spolužáky: „*Domlouvali jsme se ve skupině*“. „*Zkusili jsme něco vymyslet a zeptat se na názor ostatních*“. „*Pracovali jsme ve skupině, takže jsme si různě radili*“. „*Ověřovali jsme si různé věci ve skupině*“. „*Řekli jsme si různé názory, a když jsme se shodli, tak jsme to zapsali*“. „*Týmově, řešili jsme úlohy rychle a systematicky bez pomoci učitele, každý přispěl svou částí*“. Dalšími možnými aspekty bádání uvedenými v odpovědích jsou plánování, zkoumání a ověřování: „*Postupně a systematicky od lehkého po těžké*“. „*Napřed jsme si rozmysleli, jak by to fungovalo a poté jsme to vytvořili*“. „*Postupně, snažila jsem si nejdříve představovat, jak by to mohlo být a pak to udělat*“. Z výše uvedených odpovědí můžeme vyvodit určité badatelské aspekty, které žáci vyznívali, aniž by položená otázka zmiňovala bádání.

5.4.4 Rozpoznal(a) jsi nějaký rozdíl proběhlé hodiny od tradiční výuky?

Častá odpověď na tuto otázku byla pouhé „ano“. Je velice pravděpodobné, že žáci nevěděli, jak se podrobněji vyjádřit, a tak zvolili nejsnazší možnost. Další častou odpovědí byla reakce na práci ve skupině: „*Mohli jsme více mluvit, protože jsme byli ve skupinách*“. „*Větší spolupráce*“. „*Všichni se zapojovali do práce*“. Žáci vyznívali větší hluk ve třídě a především upozaděním vyučujícího, který se do problematiky a vzájemné diskuze příliš nevměšoval. Učitel vstupoval pouze s dalšími navodnými otázkami, popřípadě usměrněním, odpovědi však neprozrazoval: „*Pracovali jsme ve skupinách a na vše jsme si přišli sami*“. „*Pracovali žáci, nejen učitel*“. „*Přišel jsem si na problematiku sám, bez pomoci učitele*“. „*Ve třídě byl větší hluk, pracovali jsme sami*“. „*V tradiční výuce nám vysvětluje učitel, tady jsme vše dělali sami*“. Žáci dále uváděli jako rozdíl oproti běžné výuce zábavnost: „*Více nás to bavilo*“. Ojedinelé případy uváděly nutnost soustředění a větší nutkání přemýšlet: „*Musela jsem se nad věcmi více zamýšlet*“. „*Bavilo mě to více a musela jsem se více soustředit*“.



Obrázek 23: Jedna z odpovědí na otázku rozdílnosti výuky

Jak jsme již zmiňovali, některým žákům se styl badatelské výuky nezamlouval, byla podle nich těžká nebo uváděli klasickou výuku jako lepší z důvodu, že rádi poslouchají vyprávění pana učitele: „*Jo, ale klasickou výuku mám radši*“. „*Byla těžší*“. Byli i tací, kteří žádný rozdíl neidentifikovali, žáci patrně zaměňovali BOV s laboratorními pracemi.

5.4.5 Vnímáš v něčem přínos proběhlého vyučování?

Na tuto otázku žáci často odpovídali „ano, ne“. Opět se můžeme pouze domnívat, jaké důvody žáky vedly k jednoslovné odpovědi. Nicméně značný počet žáků své odpovědi rozvedl a vyzdvihl hlavní přínos, spatřující na badatelském vyučování.

Žáci uváděli například novost a praktickou stránku výuky: „*Dozvěděli jsme se věci jiným způsobem*“. „*Bylo to něco nového*“. „*Nebyla to pouze teorie*“. Někteří žáci spatřili přínos v samostatné organizaci práce, kdy sami byli svým pánem v rozhodování, jak si problematiku vyzkouší, popřípadě prakticky ověří: „*Napřed jsme to zkusili vymyslet sami a pak jsme si to probrali ve skupinách*“. „*Mohli jsme si vše sami vyzkoušet a sami na to přijít*“. „*Větší aktivita ze strany žáků, museli jsme pracovat sami*“.

Komunikace ve skupinách byla také velice přínosná: „*Všimla jsem si, že jsme hezky spolupracovali ve skupině*“. „*Kolektivní práce a výměna názorů*“. „*Musíme víc přemýšlet a komunikovat*.“ Žáci kvitovali, že ke konci badatelského vyučování jsou představeny výsledky, sloužící k ověření správnosti řešení a následné diskuzi možných postupů: „*Přišel jsem si na vše sám, když jsem nevěděl, tak jsem se to na konci dozvěděl od ostatních*“.

Díky možnosti vlastního postupu a vlastního tempa mají žáci možnost látku hlouběji pochopit a tím si ji zapamatovat. Tento přínos, týkající se vyvozování závěrů a získávání potřebných znalostí, uvedlo několik žáků: „*Ano ověřil jsem si to a lépe zapamatoval*“. „*Více jsem pochopila látku, když jsem si na to mohla přijít sama*“. Podobně jako u předchozích otázek se zde objevily odpovědi, preferující klasický přístup k výuce: „*Ne, lepší je to normálně*“.

5.4.6 Co ti na uskutečněné výuce vyhovovalo?

„*Práce ve skupině*“ byla nejčastější odpovědí na tuto otázku. Žákům vyhovuje řešit problém se spolužákem v lavici, nemusí se stydět a dokážou se bavit otevřeně. Jakkoliv komunikovat s panem učitelem během hodiny může být pro žáka velice obtížné a mnohdy stresující. Další případy odpovědí jsou spíše ojedinělého rázu. Žákům vyhovovalo vymýšlení, ověřování a vlastní tempo, což dokládají následující odpovědi: „*Bavilo mě něco vymýšlet*“. „*Mohli jsme si to sami vyzkoušet*“. „*Že jsem na to přišel sám*“. „*Přišli jsme si na to sami*“. „*Pracoval jsem, jak jsem potřeboval, mohli jsme si určit vlastní postup a zkoumat to*“. „*Praktické ověřování*“. „*Svoboda*“. „*Volnost, své tempo*“. Některým žákům vyhovovala práce bez vyučujícího, což ve třídách vyvolávalo diskuze a dohady nad možnými řešeními: „*Bylo to bez učitele, každý napsal to, co si o tom myslí a ne něco, co mu nadiktoval učitel*“.

5.4.7 Co se ti na uskutečněné výuce nelíbilo?

Odpovědi na tuto otázku se ve velké míře rozcházejí, poukazuje to na pestrost osobností žáků. Někomu na práci vyhovuje klid, jinému hluk nikterak soustředění neovlivňuje. Dalším žákům nevyhovovala práce ve skupině nebo ji považovali za zmatečnou, ačkoliv většina si skupinovou práci pochvalovala. Několika žákům vadilo absentování pana učitele, který jim práci nechtěl ulehčit, a uváděli, že se to bez pana učitele nemusí dostatečně naučit. Tato zjištění dokládají následující odpovědi: „*Hodně hluku*“. „*Hluk, učitel nám nepomáhal*“. „*Nelíbila se mi práce ve skupině*“. „*Občas špatná domluva ve skupině a následné předělávání*“. „*Nevíme, jestli to máme správně*“. „*Myslím si, že se to sám tak dobře nenaučím*“.

Některé žáky mátl odlišný styl výuky a nevěděli, jak danou úlohu uchopit: „*Ze začátku jsem nevěděla, co vlastně dělám*“. Objevilo se i pár jedinců uvádějící argument: „*Hodně práce*“, jako nevyhovující prvek proběhlé badatelské výuky.

5.4.8 Vyhovovala by ti badatelská výuka i v jiných předmětech?

Pokud ano, v jakých?

Žáci uvádějí své oblíbené předměty matematiku, fyziku, chemii, výtvarnou výchovu, zeměpis, dějepis, přírodopis a jazyky, což odpovídá tomu, že většina žáků ráda bádá a objevuje v předmětech, které jsou pro ně zajímavé.

Žáci, které badatelsky vedené vyučování neoslovilo, uváděli striktně „*ne*“, pokud to spojíme s jejich odpověďmi na předchozí otázky, jedná se o žáky, kteří neradi objevují a raději poslouchají výklad pana učitele, což jim vyhovuje nejvíce.

5.5 Jak vytvořit badatelskou úlohu

Níže uvádíme naše doporučení pro tvorbu BOV robotických úloh.

- Volba tématu
- Prostor pro formulaci otázek a hypotéz
- Dílčí úlohy
- Vyhodnocení zjištění
- Prezentace výsledků a diskuze

Volba tématu

Z důvodu, že se jedná o aktivizující metodu, je velice důležité zvolit takové téma, které žáka dokáže zaujmout. V našich úlohách se jedná o ztvárnění asistenčních funkcí moderních automobilů a věcí, se kterými se můžeme běžně setkat, ale nepřemýšleli jsme o jejich funkci. Snaha zaujmout spočívá v aktivizaci myšlenkových pochodů a vyvolání otázek „*Jak to tedy je?*“ nebo „*To je zvláštní*“ atd. Pokud by se nám podařilo žáky zaujmout, zvýšili bychom tím jejich zájem o bádání. Jsme si ovšem vědomi, že tato snaha je velice obtížná, a ne každého dané téma osloví. Pokud bychom s třídou pracovali dlouhodobě a věděli o jejich společných zájmech (filmy, hry, videa a jiné), mohli bychom zadání poupravit a cílit přímo.

Prostor pro formulaci otázek a hypotéz

Pokud vytvoříme zadání, které v žácích vyvolává otázky, ponecháme jim prostor své domněnky a hypotézy formulovat, může se stát, že si žáci nejsou jisti formulací, a proto jsme v našich úlohách předpřipravili otázky, ze kterých si mohou zvolit. Jedná se o velice obtížný krok, žák se snaží formulovat vlastní pohled na danou problematiku, snaží se odhadnout problém na základech vlastního poznání. Vyučující v této fázi může sehrát svou roli jako konzultant, nicméně i špatně položená otázka dovede žáka k nějakému výsledku a možnosti přeformulování otázky.

Dílčí úlohy

Plánování, příprava a vyhodnocení zjištěných dat jsou kroky, napomáhající k zodpovězení položených otázek či hypotéz. V našich úlohách žákům může pomoci myšlenková mapa, sloužící k utřebením myšlenek k programu či konstrukci robota a ověřování funkčnosti. K programovací části jsme zvolili dílčí úlohy, které mají dopomoci k jistým zjištěním. U tohoto kroku žáci setrvávají většinu času, mohou se snažit i o ověření vlastních otázek.

Vyhodnocení zjištění

Vyústěním badatelské cesty je hledání souvislostí, formulování závěrů, prezentování závěrů, návrat k otázkám a hypotézám. Žák se snaží shrnout podstatné informace a svá zjištění vlastními slovy. V našich úlohách se žáci zamýšlí nad doplněním zjištění, ke kterým by během své práce měli dospět, samozřejmostí je diskutování žáků nad danou problematikou a předvádění si svých naprogramovaných robotů. Žákovská zjištění mohou také vyvozovat nové otázky.

Prezentace výsledků a diskuze

Umění prezentace, komunikace a vyjadřování je u žáků zapotřebí podporovat a rozvíjet. Cílíme na žákovský přednes zjištění vlastními slovy, kde si žáci představují své naprogramované roboty, vysvětlují určitý algoritmus, a proč postupovali tímto způsobem. Nechceme od nich slyšet naučené fráze z paměti.

5.6 Zjištění

Z našich získaných dat (pozorování, deník výzkumníka, analýzy prací žáků, rozhovorů s učiteli, žákovských dotazníků, videí) jsme vypožorovali aspekty ovlivňující BOV. Výčet zjištění:

- Přístup učitele
- Nedostatek času
- Připravenost žáků
- Nejistota
- Spolupráce žáků
- Komunikativnost žáků
- Časová náročnost
- Neaprobovanost učitele

Přístup učitele

Hlavním aspektem badatelsky vedeného vyučování je bezpochyby přístup učitele. Učitel dokáže ovlivnit veškeré aspekty této výukové metody. Pokud disponujeme úlohou, která má badatelské prvky (je patrné, že úloha není totéž, co napsané zadání úlohy; že do úlohy vstupuje metoda volená učitelem), ale vyučující nedodrží doporučení, která jsou podstatná jako např. nepředávat učivo přímo, nechat žáky bádát, napovídat pomocí doplňujících otázek, neprozrazovat řešení, vytvářet skupiny vědomě atd. Domníváme se, že k těmto dovednostem a uvědomění učitel dospěje pouze časem, opakováním této činnosti (učitel didakticky bádá) a kladným vztahem k výukové metodě, za předpokladu, že dokáže být sebekritický. Ačkoliv vyučující zapojení do výzkumu byly s metodou obeznámeni a byly jim objasněny chyby, kterých se mohou dopouštět, jejich osobnost či do jisté míry nezkušenost s touto metodou jim nedovolila se chybám zcela vyvarovat. Uvedeme příklad z tématu ověřování programovaného kódu. Vyučující vypožoruje banální chybu a namísto navedení pomocí doplňující otázky nebo poukázání na aspekt, na který se v daném případě zaměřit, žákům příčinu chyby prozradí, opraví nebo ukáže správné řešení. Zkušený učitel zběhlý v této metodě, kterého jsme mohli pozorovat, odpověděl: „*zeptej se spolužáka nebo*

jiné skupiny, co máš špatně“. Naše tvrzení a pozorování jsou v souladu s publikací Lukáč a kol., (2016) *„Klíčovým faktorem úspěšné implementace badatelsky orientované výuky je učitel, který by měl mít nejen kladný vztah k badatelsky orientované výuce, ale měl by být sám badatelem. Badatelem ve svém oboru a badatel ve výuce svého oboru“.* Učitel, který BOV aplikuje déle, popisoval, jak sám hledá, bádá nad tím, jak výuku obměnit, vylepšit, ozvláštnit: *„(...) vytvářím k bádání pracovní listy, kde ty pracovní listy jsou živý, takže je vyzkouším třeba jeden rok, druhý rok tam upravím něco, co se třeba nepovedlo ten první rok“.*

Nedostatek času

Dalším podstatným aspektem je pociťovaný nedostatek času na aplikaci této metody. Na tento aspekt, který Stuchlíková (2010) uvádí jako jedno z možných rizik, můžeme nahlížet ze dvou pohledů. První z nich je pohled vyučujícího, který je tlačěn k zvládnutí očekávaných výstupů. Tento fakt dokládá i publikace Edelsona a kol., z roku 1999, je zde otázka kompromisu mezi rozsahem a hloubkou pokrytí učiva, které jsou běžné při zavádění badatelsky orientované výuky. Rozhovory s učiteli zapojenými do výzkumu nám výskyt tohoto aspektu potvrdily. Jeden z vyučujících pod tímto tlakem na badatelskou výuku spěchal a nedával jí dostatek prostoru a obával se, že žáci látku stejně nebudou chápat a bude ji muset probrat znovu výkladem, jak je zvyklý. Jiný vyučující naopak poukazoval na přínos badatelské výuky, a to *„na co si přijdu sám, to si lépe zapamatuji“.* Zmiňovaný přístup uvedl vyučující k výpovědi, lépe se naučit něco pořádně než probrat větší množství látky pod tlakem.

Aspekt pociťování nedostatku času byl pozorován i u žáků. Žáci se uváděli sami pod tlak a zvyšovali svoji nervozitu tím, že se porovnávali s okolím: *„cože, jemu už robot couvá?“.* To vedlo k přeskokování úkolů, opisování, zjišťování jiných řešení od spolužáků atd. Námí navržené badatelské úkoly robotiky zpracovávali primárně žáci 9. ročníku, u nich tento fakt nebyl tak výrazný jako u námi použitých fyzikálních úloh. Úlohy z fyziky jsme měli možnost otestovat i na žácích 6. ročníku, kde žáci z těchto časových obav vytvářeli pracovní skupiny i na úkoly, které byly primárně navrženy pro individuální řešení.

Připravenost žáků

Dalším aspektem je bezpochyby připravenost žáků na badatelskou výuku. Zde jsme využili zjištění, že jeden z vyučujících zapojených do výzkumu používá badatelskou metodu takřka v každé vyučovací hodině (informatiky, fyziky) již řadu let. „*To nejlepší na bádání je, že ty děti to zažijou samy. Protože v okamžiku, kdy jenom pasivně přijímají informace, tak jim to jde jedním uchem tam a druhým ven*“. Tento fakt se projevil například na ukázněnosti žáků, jejich schopnosti práce ve skupinách, vědomí, že učitel málo kdy prozradí řešení. Z těchto faktů mohou pramenit odpovědi některých žáků, kteří nespátřili žádnou změnu proběhlé badatelské výuky od běžné výuky. Nicméně toto tvrzení je pouze námi vypořozované, a proto jej nemůžeme nikterak zobecnit.

Nejistota

Pokud porováváme badatelskou výuku informatiky a fyziky, hlavní rozdíl spatřujeme ve vzájemné spolupráci skupin a třídy. Fyzikální úlohy v žácích vyvolávaly potřebu diskuze, i když v zadání stálo, že se jedná o individuální práci. Můžeme to nazývat aspekt nejistoty. U námi použitých fyzikálních úloh skupiny prakticky netušily, co je výstupem jejich pokusu, mohli se tedy jen domnívat, zda byl jejich postup řešení vyhovující. Žáci čekali na závěrečné představení výsledků a shrnutí, ve kterém se dozvěděli, jaké bylo správné řešení a zda postupovali správně. Namísto toho u robotických úloh měli žáci jistou představu a očekávání, co jejich vytvořený kód s robotem vykoná, a tak jim stačila pouze spolupráce užších skupin. Žáci se obraceli k ostatním spolužákům pouze tehdy, když viděli skupinu testující řešení, činili tak primárně kvůli zjištění, zda měla jiná skupina již hotovo, nebo se robot zachoval nesprávně. Pokud to vzájemně porovnáme, fyzikální badatelské úkoly třídu spojují a dávají si navzájem odpovědi, kdežto robotické úlohy tvoří spíše soutěžící individuality.

Spolupráce žáků

Robotika sama o sobě nahrává práci ve skupině, kde je potřebná spolupráce jedinců. Z výpovědí respondentů bylo zřejmé, že programování je pro žáky atraktivní především proto, že si mohou vlastní vytvořený program prakticky vyzkoušet na fyzickém robotu. Žáci si vzájemně ukazovali chování robota, opravovali se a dávali si podněty pro vylepšení programu či konstrukci robota. Žáci mezi sebou soutěžili například o dokonalejší vylepšení

robotu po vizuální a funkční stránce, o sestavení kratšího kódu, o lepším chování robota v konkrétní situaci atd.

Komunikativnost žáků

Dalším vyzorovaným aspektem byla komunikativnost žáků. Ať už se jedná o robotické či fyzikální úlohy, žáci vyjadřovali své zkušenosti a zážitky vztahující se k tématu. Například u robotických úloh žáci zmiňovali, že jejich auto má doma tempomat a používají ho na dálnici, nebo zkušenosti, proč se u auta mění typ kol. U námi použitých fyzikálních úloh to mohou být příklady s využitím teploměrů, například, že babička má rtuťový teploměr a my měříme tím rtuťovým teploměrem teplotu vody u koupání miminka apod.

Časová náročnost

Negativním aspektem, zmíněným účastníky výzkumu z řad vyučujících, byla jednoznačně časová náročnost na přípravu výuky: „*Příprava toho učitele je mnohem větší, vymyslet to, připravit a hodnotit*“ a obava ze zvládnutí učiva ze stran žáků „*(...) některý ty děti si na to nepřijdou, tak stejně jim to budu muset dovysvětlit*“. Což koresponduje se závěry Rikmanise a kol., (2012) považujícími za kritickou skutečnou kompetenci vyučujících ve vztahu k realizaci badatelsky orientované výuky a obavy učitelů ze selhání v případě, že dělají něco nového.

Neaprobovanost učitele

Mimo záznam jsme s učiteli diskutovali negativum neaprobovanosti vyučujícího vyplývající ze zjištění pracovní skupiny Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2006). Celá řada učitelů základních škol pochází z jiného než vědecko-technického prostředí a mnozí z nich neprošli žádným specifickým odborným vzděláváním v oblasti vědy a techniky. Učitelé jsou někdy úkolováni vyučovat předměty, pro které nemají dostatečné vzdělání. Na základní škole se od učitelů očekává, že budou předávat podstatu vědecké metody a vzbudí zájem a nadšení svých žáků o daný předmět. Což je však obtížné, pokud si sami učitelé nejsou jisti daným předmětem a svými znalostmi. Z těchto důvodů náš výzkum proběhl na vybraných aprobovaných učitelích, abychom těmto problémům předešli, nicméně vyvolávat to otázky, jak by si neaprobovaní učitelé vedli.

5.7 Doporučení

Z výše uvedených zjištění můžeme navrhnout jistá doporučení:

- Vytváření skupin
- Nevzdávat se
- Jedno po druhém
- Herní proces učení

Vytváření skupin

Například jednou ze základních rad pro start výuky této metody se jeví nenechat žáky tvořit skupiny podle jejich přání a preferencí, ale rozdělit je na základě vlastních zkušeností a vyzorovaných vlastností jedinců. „*Většinou jako nejhorší je uhlídat to, aby se tam někdo jakoby neschovával za ostatní. Jo, třeba když je práce ve skupině, tak uhlídat to, aby nepracoval jeden a ty ostatní na něj nekoukali*“. Zamezíme tím např. tvorbě skupin, kde jeden žák vykonává podstatnou část dílčích úkonů a ostatní pouze přihlížejí, popřípadě žáky můžeme rozdělit náhodným losováním, to ovšem nemusí vždy dopadnout podle našich představ. Patrnou příčinou toho, že jeden pracuje a ostatní se vezou, je, že žáci nevědí, jak funguje skupinová práce.

Nevzdávat se

Vést výuku badatelsky orientovanou metodou není triviální záležitost, je více než žádoucí tento styl trénovat a dodržovat doporučení uváděná v odborných publikacích. Dobber a kol., (2017) poukazují na fakt, že studenti i učitelé potřebují čas, aby se přizpůsobili tomuto novému přístupu k výuce, a je zapotřebí diskutovat o tom, jak mohou učitelé tento proces žákům usnadnit. V souladu s tímto faktem doporučujeme nevzdávat se po jedné nepovedené výuce a poučit se ze svých chyb. Pokud vyučující nemá zájem vést úlohu badatelským způsobem, nebo se na tento styl výuky patřičně nepřipraví a pouze tyto naše materiály využije jako nápad do hodin robotiky, tak nemůže očekávat, že výuka bude badatelská.

Jedno po druhém

Badatelsky orientovaná výuka robotiky s sebou pro žáky přinesla do jisté míry dva nové „světy“. Prvním z nich je programování robotů, se kterými se ve většině případů setkali poprvé. Je více než pravděpodobné, že jistou roli zde sehraje novost. Pedaste a Altin (2020) tvrdí, že po určité době používání robotů ve výuce se již studijní motivace nelepší, vysvětlují si to vytracením efektu novosti. Druhým je jiná, odlišná výuková metoda, která žákům dopřála možnost zkoumat, objevovat, ověřovat a diskutovat nad výsledky. Současně přichází dvě nové věci, což můžeme považovat za riziko této výuky. Doporučujeme nejprve žáky naučit bádát a následně BOV zapojit do výuky robotiky. Pomocí robotů a BOV se ve výuce můžeme zaměřit na podporu myšlenkových aktivit žáků a na zvýšení povědomí o žákovských dovednostech a procesu učení.

Herní proces učení

Doporučujeme situovat vytvořené úlohy do reálných prostředí a situací pomocí úvodního textu. Ten žáka zaujme tím, že začne robotickou úlohu vnímat jako počítačovou hru určitého druhu. Dnešní videoherní průmysl nabízí nespočet herních žánrů, mezi ně se řadí např. i simulátory. Existují hry, kde hráč staví a opravuje auta, v našem případě si žáci „hrálí“ na programátory autopilotů, adaptivních tempomatů, konstruktérů apod. Naše tvrzení je v souladu se studií Lindberga a kol. (2018), v současné době by se roboti mohli používat mimo jiné i např. v herním procesu učení, což by mohlo mít pozitivní vliv na kvalitu výuky, vliv na výsledky učení.

6 Přínos výzkumu

Přínos výzkumu badatelsky orientované výuky robotiky spočívá v první řadě ve zmapování oblasti informatiky z pohledu využití badatelsky orientované výuky počínaje rešerší literatury a zjištěním, že BOV v robotice je takřka neprobádaná oblast.

Výsledky výzkumu poskytly potřebný náhled, jak na strukturu tvorby badatelských úloh robotiky, tak i na doporučení, jak takové úlohy vylepšovat a na jaké aspekty si dávat pozor. Podle sestavených doporučení připravené výukové materiály, které dávají kompletní podporu učitelům, dávají učitelům možnost soustředit se na správné vedení badatelské výuky.

Přínos výzkumu spatřujeme také v zjištění, že badatelsky orientovaná výuka robotiky přispívá k rozvoji inforatického myšlení v těchto třech složkách (algoritmizace, abstrakce a evaluace).

Část disertační práce zabývající se testováním badatelských úloh v hodinách robotiky ukazuje, jak do této výuky přinést aktivizující prvky pro učícího se jedince. Nesmíme opomenout přínosné rozhovory s vyučujícími, výsledná zjištění poskytují pohledy zkušenějších učitelů praktikujících badatelskou výuku již několik let i těch méně zkušených, kteří prozatím bojují s efektivitou, ačkoliv se jim výuková metoda zamlouvá. Učitelé poukazují na zajímavá fakta od vytváření skupin přes mnemotechnické pomůcky při vedení badatelské výuky až po samotnou práci s žáky. Přínos vnímáme i v pohledu žáků na danou problematiku; takřka všichni žáci rádi objevují, je jen otázka, zda k tomu mají vhodné prostředí, motivaci a možnosti.

7 Závěr

Disertační práce se zaměřila především na metodu výuky, metodu moderní badatelsky orientovanou, jejímž cílem je, kromě toho, že si žák osvojí daný předmět, naučit jej bádát. Realizovali jsme kvalitativní výzkum, zabývající se badatelsky orientovanou výukou robotiky v pěti třídách 9. ročníku na dvou základních školách. Dopracovali jsme se k zjištění, zda badatelsky orientovaná výuka přispívá k rozvoji žákových dovedností algoritmizace, abstrakce a evaluace. K tomuto výzkumu bylo zapotřebí vytvořit sadu robotických úloh. Převážně programovací úlohy, vytvořené do výuky robotiky, se zaměřují na metody žákovo učení se (formulování otázek, experimentování, plánování, zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů vytváření modelů, rozpravy s ostatními atd.).

Cílem práce nebylo porovnat tuto metodu s jinými. Při současném stavu poznání, kde nebyla zmapována povaha robotických BOV úloh, nám přišlo příliš předčasné hledat kvantitativní data, a proto jsme se koncentrovali na kvalitativní přístup. Na úlohy, které umožňují bádát a tím zjišťovat jejich podobu i způsob ovlivnění BOV znalostí např. algoritmizace. Těchto zjištění jsme dosáhli pomocí pozorování, analýzy žákovských prací, dotazníků a rozhovorů.

Badatelsky orientovaná výuka nahlíží na výuku jiným způsobem. Stěžejním bodem je žák a učitel pouze udržuje směr a podává řešení za pomoci návodných otázek, jinými slovy nepředává učivo přímo. Tím, že jsme žáky pomocí našich úvodních textů BOV robotických úloh vtáhli do děje a usilovali jsme o jejich kritické myšlení, jsme jim vštěpovali hodnoty bezpochyby využitelné po zbytek jejich životů a zároveň se domníváme, že rozvíjíme jejich infromatické myšlení ve větší míře, i když toto tvrzení nemůžeme kvantifikovat.

Ramírez (2017) ve své práci provedl výzkumnou sondu zjišťující, jaké výukové metody preferují učitelé informatiky na území ČR. Ve výsledcích uvádí jako nejčastěji užívanou výukovou metodu názorně demonstrační instruktáž a napodobování. Naopak nízkým podílem ve výuce se prezentuje badatelský přístup. Domníváme se, že instruování žáků nebo napodobování činností učitele není pro žáky optimální výukovou metodou pro celé výukové jednotky. Žáky nic nenutí k zamyšlení, tedy k tvorbě vlastních myšlenek.

Uvědomujeme si možná zkreslení a omezení výzkumu, která byla způsobena především výběrem škol, respondentů (učitelů informatiky a fyziky), fyzikálních úloh, jestli

jsou dostatečně vhodné proto, aby byly vzorem pro informatické úlohy, motivací učitelů realizující výuku, požadavků na vybavení, kterými v době výzkumu disponovala pouze menšina škol a různým věkem žáků.

Některé z výpovědí naznačují, že badatelsky orientovaná výuka by mohla být ideální metodou výuky robotiky. Pro některé z respondentů bylo poznání této metody překvapivé a možná způsobí změnu jejich stávající výuky. „*Informatika, tam je to úplně skvělý, témata se dobře prolínají. Tam když se to natáhne o dvě, tři hodiny, tak to vůbec nevadí. Myslím si, že v podstatě můžete bádát pořád, u robotiky určitě pořád. Neříkám, že úplně celou hodinu, ale jako každá hodina si myslím, že může obsahovat badatelsky orientovanou aktivitu minimálně třeba na 15, 20 minut*“. Toto zjištění otevírá novou zajímavou oblast výzkumu porovnání výukových metod v robotice.

Ze získaných dat je patrný přínos badatelsky orientované výukové metody ve výuce robotiky na druhém stupni ZŠ. Naše zjištění mohou vést učitele k zamyšlení se nad odlišnou metodou, jejími přínosy a negativy zapojení do výukového procesu. Dále mohou vést k tvorbě nových typů úloh, které se dosud nepoužívají a vedou žáky k aktivnímu přístupu ke svému vzdělávání, strukturovanému přemýšlení a prezentaci výsledků. Zjištěné teoretické závěry z výzkumu přispěly k rozvoji teorie v oboru didaktiky informatiky. Byla vytvořena sada doporučení pro vzdělávání budoucích učitelů informatiky.

Navazující výzkum by se mohl zabývat činnostmi učitele ovlivňující využitelnost robotů ve výuce, abychom do hloubky pochopili, jak by se mohlo zlepšit myšlení žáků (studentů) a jejich povědomí o procesu učení mající vliv na výsledky učení. V některém z dalších výzkumů by bylo dobré se zaměřit na zjištění, do jaké míry je badatelsky orientovaná výuka robotiky skutečně prospěšná pro žákovu učení se ve srovnání s klasickou výukou. A také jak může robotika jako obor aplikace metody BOV přispět ke zkvalitnění a generalizaci této vzdělávací metody, pokud se oprostí od pouhého studia přírodních jevů.

Literatura

- AHO, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835. DOI: 10.1093/comjnl/bxs074
- ALTIN, H., PEDASTE, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of baltic science education*, 12(3), 365. Dostupné z: http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol12/365-377.Altin_JBSE_Vol.12.3.pdf
- ANGELI, C., NICOS V. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*. DOI: 10.1016/j.chb.2019.03.018. ISSN 07475632.
- ANGELI, C., VOOGT, J., FLUCK, A., WEBB, M., COX, M., MALYN-SMITH, J., ZAGAMI, J. (2016). *A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework-Implications for Teacher Knowledge*. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57.
- BADATELÉ (2013). *Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Vydalo © Sdružení TEREZA. ISBN 978-80-87905-02-9. Dostupné také z: https://ucimesevenku.cz/wp-content/uploads/2019/11/01_Pruvodce_pro_ucitele-2.pdf
- BADATELÉ (2019). *Pět kroků – příručka pro badatele, kteří chtějí měnit svět*. Praha: Vydalo vzdělávací centrum TEREZA. ISBN 978-80-87905-18-0. Dostupné také z: https://globe-czech.cz/_files/userfiles/2019_Pt_krok_CIVIS_final_oprava.pdf
- BALOGH, Z. (2012). *Modeling of Control in Educational Process by LMS*, DIVAI: 9TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON DISTANCE LEARNING IN APPLIED INFORMATICS. Dostupné z: <https://conferences.ukf.sk/index.php/divai/divai2012/paper/viewFile/893/190>
- BANCHI, H., BELL, R. (2008). *The Many Levels of Inquiry*. *Science and Children*, Vol. 46(2), pp. 26-29.
- BARR, V., STEPHENSON, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54. DOI: 10.1145/1929887.1929905
- BAŤKO, J. (2017). *Robotika ve výuce na základních školách v České republice: Výzkumná zpráva*. Dostupné z: https://www.kvd.zcu.cz/cz/dokumenty/Batko_robotika_ve_vyuce_na_ZS_v_CR.pdf
- BELL, T., URHAHNE, D., SCHANZE, S., PLOETZNER, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, Tools and Challenges. *International Journal of Science Education*, 32, 349-377. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690802582241>
- BEN-ARI, M., MONDADA, F. (2018). *Elements of Robotics*. Switzerland: Springer Cham. ISBN 978-3-319-62532-4. Dostupné také z: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-62533-1>

- BLANCAS, M., VALERO, C., MURA, A., VOULOUTSI, V., VERSCHURE, P.F.M.J. (2020). "CREA": An Inquiry-Based Methodology to Teach Robotics to Children. In: Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G., Balogh, R., Obdržálek, D. (eds) *Robotics in Education. RiE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1023. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_4
- BOCCONI, S., CHIOCCARIELLO, A., DETTORI, G., FERRARI, A., ENGELHARDT, K., KAMPYLIS, P., PUNIE, Y. (2016). Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/312039564_Developing_Computational_Thinking_in_Compulsory_Education_Implications_for_policy_and_practice
- BRADY, M. (1985). *Artificial intelligence and robotics*. *Artificial Intelligence*. **26**(1), 79-121. ISSN 00043702. Dostupné z: [doi:10.1016/0004-3702\(85\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0004-3702(85)90013-X)
- BRUZZIENE, R., NARBUTAITE, L., ADOMKUS, T., PAULIUTE, J., KUNICINA, N. (2022). Inquiry-Based Learning Focused on Inclusive Education in Programming of Robots: Challenges, Experience, and Feedback of First Cycle Students. In: Daniela, L. (eds) *Inclusive Digital Education. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14775-3_5
- BŘEZINA, J., ŠPAČKOVÁ, H., FRISCHER, R., DAVID, J., ŠVEC, P. (2020). *Robotika a jejich struktura a kinematika, specifikace nebezpečí u průmyslových robotů a manipulátorů*. In: Ostrava. Dostupné z: <https://www.fmt.vsb.cz/export/sites/fmt/638/cs/studium/podklady-k-predmetum/Priruska-2-ROBOTIKA.pdf>. Studijní příručka. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- BUDINSKÁ, L. (2020) *Koncept grafu a jeho porozumenie žiakmi v nižšom sekundárnom vzdelávaní*. Bratislava. Dizertační práce. Univerzita Komenského v Bratislavě Fakulta matematiky, fyziky a informatiky. Vedoucí práce Monika Tomcsányiová.
- CANSU, F. K., CANSU, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 17-30. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>
- CETIN, I., DUBINSKY, E. (2017). Reflective abstraction in computational thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 47, 70–80. DOI: 10.1016/j.jmathb.2017.06.004
- CHAUDHARY, V., AGRAWAL, V., SUREKA, P., SUREKA, A. (2017). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In: *Proceedings – IEEE 8th International Conference on Technology for Education, T4E 2016*, pp. 38–41
- CHEN, G., SHEN, J., BARTH-COHEN, L., JIANG, S., HUANG, X., ELTOUKHY, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*. (109), 162-175. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001)

- CONNOLLY, R. (2020). Why computing belongs within the social sciences. *Commun. ACM* 63, 8 (August 2020), 54–59. <https://doi.org/10.1145/3383444>
- CRESWELL, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. 4 th. New Jersey: Pearson Education. Dostupné z: <http://www.mim.ac.mw/books/John%20W.%20Creswell%20Educational%20Research%20Planning,%20Conducting,%20and%20Evaluating%20Quantitative%20and%20Qualitative%20Research,%204th%20Edition%20%20%20%20202011.pdf>
- CSTA, ISTE. (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education.
- CURZON, P., MCOWAN, P. W. (2017). Queen Mary University of London, UK. *The power of computational thinking: games, magic and puzzles to help you become a computational thinker*. London: World Scientific Publishing Company. ISBN 978- 178-6341-846.
- ČUJDÍKOVÁ, M. (2021). *Matematické myslenie, postoje k matematike a videohry*. Bratislava. Dizertační práce. Univerzita Komenského v Bratislavě Fakulta matematiky, fyziky a informatiky. Vedoucí práce Ivan Kalaš.
- DAGIENĖ V., SENTANCE S., STUPURIENĖ G. (2017). Developing a Two-Dimensional Categorization System for Educational Tasks in Informatics. *INFORMATICA*, Vilnius University, 28(1), 23–44. DOI: 10.15388/ Informatica.2017.119
- DENNING, P. J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30. Dostupné z: <http://denninginstitute.com/pjd/PUBS/CACMcols/cacmJun09.pdf>
- DENNING, P. J. (2011). Ubiquity symposium: What have we said about computation? Closing statement. *Ubiquity*. 1–7. DOI: 10.1145/1967045.1967046
- DEPARTMENT FOR EDUCATION. (2013). *Computing programmes of study: key stage 1 and 2. National curriculum in England*. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- DEVLIN, K. (2003). Why universities require computer science students to take math, *Comm of ACM*, 46 (9), Sept 2003, 37-39. Dostupné z: <https://people.cs.rutgers.edu/~fredman/cs205/cacm1.pdf>
- DJUNIADI, EKARINI, F., OKTAVIYANTI, D. (2022). *Development of Google Classroom – Based Inquiry Learning Model in Informatics Subject*. In: KUSUMASTUTI, Adhi, Samsudin ANIS, Achmad Nizar HIDAYANTO, Sita NURMASITAH, Atika ATIKA, Delta APRIYANI, Taofan Ali ACHMADI a Sudiyono SUDIYONO, ed. *Proceedings of the 4th Vocational Education International Conference (VEIC 2022)* [online]. Paris: Atlantis Press, s. 175-186. ISBN 978-2-494069-46-6. Dostupné z: [doi:10.2991/978-2-494069-47-3_23](https://doi.org/10.2991/978-2-494069-47-3_23)
- DLOUHÝ, M., WINKLER, Z. (2005). *Co je to robot?* Robotika.cz. Dostupné z: <https://robotika.cz/guide/robot/cs>

- DOBBER, M., ZWART, R., TANIS, M., VAN OERS, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X17300349?casa_token=oTOKcoocrYkAAAAA:jk_c3xeDJodBTl6-7I8WivC9XyV469zazezJdr9Toxv_A3s4gd8Uib5ez-0H3JF10Jg_5Stbex3A
- DOSTÁL, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4393-5.
- EASTWELL, P. (2009). Letters: Inquiry Learning: Elements of Confusion and Frustration. *The American biology teacher*, 71(5), p. 263–264. Available from <http://connection.ebscohost.com/c/letters/39755452/inquiry-learning-elements-confusionfrustration>
- EDELSON, D. C., GORDIN, D. N., PEA, R. D. (1999). *Addressing the Challenges of InquiryBased Learning through technology and curriculum design*. *Journal of The Learning Sciences*. Dostupné z: https://web.stanford.edu/~roypea/RoyPDF%20folder/A101_Edelson_etal_99_MS.pdf
- FERJENČÍK J., (2010). *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: Jak zkoumat lidskou duši*. Vyd. 2. Praha: Portál. 255 s. ISBN 978-807-3678-159.
- FRAILLON, J., AINLEY, J., SCHULZ, W., DUCKWORTH, D., FRIEDMAN, T. (2019). IEA international computer and information literacy study 2018 assessment framework (p. 74). Springer Nature. Dostupné z: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/22874>
- FRYČ, J., a kol. (2020). *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+* [online]. 1. Praha: MŠMT, 2020. ISBN 978-80-87601-47-1. <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-vcr/strategie-2030>
- FURBER, S. (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Technical report, The Royal Society, London. Dostupné z: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- GERALD, J., P. (2009). *Teacher Action research: Building Knowledge Democracies*. Los Angeles: Sage. 416 s. ISBN 978-1412964760.
- GLOBE. *Globe-czech: Global Learning and Observation to Benefit the Environment* [online]. 2021. Dostupné z: <https://globe-czech.cz/cz/o-programu>
- HEMMENDINGER, D. (2010). A plea for modesty. *Acm Inroads*, 1(2), 4-7. Dostupné z: <https://cs.union.edu/~hemmendd/History/ct.pdf>
- HENDL, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha: Portál. ISBN 80-7367-040-2.

- HENDL, J. (2008). *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 2. aktualizované vydání. Praha: Portál. 408 s. ISBN 978-80-7367-485-4.
- HLAVÁČ, V. (2006). Úvod do robotiky [online]. In: *České vysoké učení technické v Praze*, s. 1-21. Dostupné z: <http://people.ciirc.cvut.cz/~hlavac/TeachPresCz/51Robotika/01UvodRobotika.pdf>
- HOLCOVÁ, M., TRÁVNÍČEK, J., VORLÍČEK, J. (2019). *Akční výzkum v profesním rozvoji učitelů*. Brno. ISBN 978-80-88212-22-5. Dostupné z: https://www.lipka.cz/soubory/av_zaverecna-zprava_final--f11642.pdf
- HU, C. (2011). Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '11)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, 223–227. DOI: 10.1145/1999747.1999811
- HYKSOVÁ, H. (2021). *Programování robotů na základní škole*. Banská Bystrica. ISBN 978-80-557-1823-1. ISSN 2454-051X. Dostupné také z: http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/DIDINFO_2021_zbornik.pdf
- IMYŠLENÍ. (2018). *Co je informatické myšlení?* IMyšlení. Dostupné z: <https://imysleni.cz/informaticke-mysleni/co-je-informaticke-mysleni>
- JAKEŠ, T., BAŤKO, J., SIMBARTL, P. (2020). *Robotika s LEGO Mindstorms pro 2. stupeň základní školy*. Imysleni.cz. Západočeská univerzita v Plzni, 2020. Dostupné z: <https://imysleni.cz/ucebnice/robotika-na-2-stupni-zakladni-skoly-s-lego-mindstorms>
- JEDNOTA ŠKOLSKÝCH INFORMATIKÁŮ. (2016). Strategie digitálního vzdělávání. *Digivzdelavani: podmínky pro rozvoj digitální gramotnosti a informatického myšlení žáků*. Dostupné z: <http://digivzdelavani.jsi.cz/2>
- JEŠKOVÁ, Z., LUKÁČ, S., HANČOVÁ, M., ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., BALOGOVÁ, B., KIREŠ, M. (2016). Efficacy of Inquiry Activities with Regard to the Level of Students' Inquiry Skills. *J. Balt. Sci. Educ.* 15, 559–574. <https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.559>
- JEŠKOVÁ, Z., LUKÁČ, S., ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., KLEIN, D., KIREŠ, M. (2022). Active Learning in STEM Education with Regard to the Development of Inquiry Skills. *Education Sciences*, 12(10), 686. <https://doi.org/10.3390/educsci12100686>
- JONG, T. D., JOOLINGEN, W. R. V. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains, *Rev. Educ Res*, vol. 68, pp.179–201. DOI: <https://doi.org/10.3102/0034654306800217>. Dostupné z: <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190680/document>
- JORGENSEN, D. L. (1989). *Participant observation*. London: Sage.
- KABATOVA, M., KALAS, I., TOMCSANYIOVA, M. (2016). Programming in Slovak Primary Schools. In: *Olympiads in Informatics*, 10, s. 125–159. Dostupné z: https://ioi.te.lv/oi/pdf/v10_2016_125_159.pdf

- KAFAI, Y. B. (2016). From computational thinking to computational participation in K--12 education. *Communications of the ACM*, 59(8), 26-27.
- KALELIOĞLU, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: *Code.org. Comput. Hum. Behav.* 52, 200–210.
- KESELMAN, A. (2003). Supporting Inquiry Learning by Promoting Normative Understanding of Multivariable Causality, *J Res Sci. Teach.* vol. 40, pp. 898–921. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.10115>
- KHALAF, B. K., ZIN, Z. B M. (2018). Traditional and Inquiry-Based Learning Pedagogy: A Systematic Critical Review. *International Journal of Instruction*, 11(4), 545-564. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11434a>. Dostupné z: https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2018_4_34.pdf
- KHANLARI, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 320-330.
- KIRSCHNER P. A., SWELLER J., CLARK R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- KIS-TÓTH, L., LENGYELNÉ, M. T. (2012). Blended Learning in Practice: A Comparative Analysis. In: Open, University Malaysia (eds.) ICI 2012 International Conference on Information: learning unlimited, Kuala Lumpur, Malajzia: Open University Malaysia, 242-247
- KLEMENT, M., ŠALOUN, P., BRYNDOVÁ, L., DRAGON, T. (2022). Model předmětově-didaktických kompetencí učitelů reflektující rozvoj inforatického myšlení u žáků a studentů. ITEV [online]. Západočeská univerzita v Plzni, 2022(2). ISSN 2571-2519. Dostupné z: http://olympiadatechniky.cz/wp-content/uploads/2023/01/Itev_2_2022.pdf
- KONG, SC. (2019). Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education. In: Kong, SC., Abelson, H. (eds) *Computational Thinking Education*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8
- KORTHAGEN, F. A. J. (2011). *Jak spojit praxi s teorií: didaktika realistického vzdělávání učitelů*. Brno: Paido. 293 s. ISBN 978-80-7315-221-5.
- KRAMER, J. (2007). Is abstraction the key to computing? *Communications of the ACM*, 50(4), 36–42. DOI: 10.1145/1232743.1232745
- KUPILÍKOVÁ, M., SIMBARTL, P. (2016). *Využití robotiky ve výuce na základní škole*. Edukacja – Technika – Informatyka, 16(2), 121-127. DOI: 10.15584/eti.2016.2.15. ISSN 20809069. Dostupné z: <http://repozytorium.ur.edu.pl/handle/item/1986>

- LABUSCH, A., EICKELMANN, B., VENNEMANN, M. (2019). Computational Thinking Processes and Their Congruence with Problem-Solving and Information Processing. In: Kong, SC., Abelson, H. (eds) Computational Thinking Education. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_5
- LEGO. (2022). Lego Mindstorms EV3. Lego. Dostupné z: https://ruzovka.cz/cs/2-stupen-zs-vxs/16660-lego-education-45544-ev3-zakladni-souprava-vbt.html?gclid=EAIaIQobChMIpt7v4YmL_gIVAszVCh2CwQG3EAAYASAAEgLYXPD_BwE
- LESSNER, D. (2014). *Analysis of term meaning „computational thinking“*. 6. ISSN 1803-537X. Dostupné z: <http://www.jtie.upol.cz/pdfs/jti/2014/01/06.pdf>
- LINDBERG, R. S., LAINE, T. H., HAARANEN, L. (2019). Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1979-1995.
- LIU, Z., ZHI, R., HICKS, A., BARNES, T. (2017). Understanding problem solving behavior of 6–8 graders in a debugging game. *Computer Science Education*, 27(1), 1-29. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/08993408.2017.1308651?needAccess=true&role=button>
- LUCCIO, F. L. (2019). Learning distributed algorithms by programming robots, *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, vol. 15, n.2, 89-100. DOI: 10.20368/1971-8829/1625
- LUKÁČ, S., ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., JEŠKOVÁ, Z. (2016). *Bádateľsky orientované vyučovanie matematiky a informatiky na stredných školách*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 222 s. ISBN 978-80-8152-471-4. Dostupné z: <https://unibook.upjs.sk/dokumenty/bov.pdf>
- MAYRING, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Klagenfurt. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173>
- MCKERROW P., J. (1991). *Introduction to Robotics*. Addison-Wesley. CMP.book.B52.
- MIKOVÁ, K., BUDINSKÁ, L., STENOVÁ, B. (2021). *Analýza edukačných robotických hračiek dostupných na Slovensku*. Banská Bystrica. ISBN 978-80-557-1823-1. ISSN 2454-051X. Dostupné také z: http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/DIDINFO_2021_zbornik.pdf
- MŠMT (2014) *Strategie digitálneho vzdelávania (Strategy of digital education)*. MŠMT, Praha. <https://www.msmt.cz/uploads/DigiStrategie.pdf>.
- MŠMT (2020). *Rámcový vzdelávací program pro základní vzdelávání*. [online]. Praha <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacii-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>

- MŠMT (2021). Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (Frame educational programme for basic education). MŠMT, Praha. https://www.msmt.cz/file/54860_1_1
- MURPHY, L., LEWANDOWSKI, G., MCCAULEY, R., SIMON, B., THOMAS, L., ZANDER, C. (2008). Debugging: the good, the bad, and the quirky--a qualitative analysis of novices' strategies. *ACM SIGCSE Bulletin*, 40(1), 163-167. Dostupné z: <https://users.aber.ac.uk/ltt/RESEARCH/strategies.pdf>
- OECD. (2006). Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report. Dostupné z: <https://www.oecd.org/science/inno/36645825.pdf>
- OECD. (2018). Computational thinking, In *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264085374-9-en>.
- OLECKÁ, I., IVANOVÁ, K. (2010). Metodologie vědecko-výzkumné činnosti. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc. ISBN 978-80-87240-33-5.
- OROSZ, B., KOVÁCS, C., KARUOVIČ, D., MOLNÁR, G., MAJOR, L., VASS, V., SZÜTS, Z., NÁMESZTOVSZKI, Z. (2019) “Digital education in digital cooperative environments”, *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 9(4), pp. 55-69. doi: 10.24368/jates.v9i4.149.
- OSHANOVA, N., ANUARBEKOVA, G., SHEKERBEKOVA, S., ARYNOVA, G. (2019). Algorithmization and programming teaching methodology in the course of computer science of secondary school. *Australian Educational Computing*, 34(1). Dostupné z: <http://journal.acce.edu.au/index.php/AEC/article/view/189/177>
- PAPÁČEK, M. (2010). *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* SCIED, roč. 1, no.1, 2010, pp.33-49, přístupné on line <http://www.scied.cz/Default.aspx?ClanekID=330&PorZobr=1&PolozkaID=122>
- PAPÁČEK, M. (2010). *Limity a šance badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice*. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>, (s. 146–153).
- PEDASTE, M., ALTIN, H. (2020). Does inquiry-based education using robots have an effect on learners' inquiry skills, subject knowledge and skills, and motivation? *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 10(4), 1403–1409. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.10.4.12766>
- PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L. A., DE JONG, T., VAN RIESEN, S. A., KAMP, E. T., MANOLI, C. C., ZACHARIA, Z. C., TSOURLIDAKI, E. (2015). “Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle,” *Educational Research*

Review, vol. 14, pp. 47–61. Dostupné z: <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-01206700/document>

PERRENET, J., GROOTE, J. F., KAASENBROOD, E. (2005). Exploring students' understanding of the concept of algorithm: levels of abstraction. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(3), 64-68.

PETERSON, I. (2002). *Mathematical treks: From surreal numbers to magic circles* (Vol. 35). MAA.

PETR, J. (2010). *Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktika*. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>, (s. 139–141).

PF JU Etická komise. (2019). *Doporučení Etické komise pro zpracování vysokoškolských prací*. Dostupné z: https://www.pf.jcu.cz/education/eticka_komise/download/Eticka_komise_-_navod_pro_studenty.pdf

PROFILES. (2013). *Profesní reflexně-orientované zaměření na badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (IBSE)*. Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. Dostupné z: <https://profiles.ped.muni.cz/materialy.php>

RAMÍREZ, D. (2017). *Volba výukových metod učiteli informatiky*. Liberec. Dostupné také z: <https://dspace.tul.cz/handle/15240/32395>. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Jan Berki.

RIKMANIS, I., LOGINS, J., NAMSONE, D. (2012). Teacher Views on Inquiry-based Science Education. In *Inquiry – based Science Education in Europe: Reflections from the Profiles Project*. Berlin: Freire Universität Berlin, s. 14–16. ISBN 978-3-00-039403-4.

RILEY, D. D., HUNT, K. A. (2014). *Computational thinking for the modern problem solver*. CRC press. ISBN-13. 978-1-4665-8777-9.

ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WAHLBERG-HENRIKSSON, H., HEMMO, V. (2007). *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe: Report of the High-Level Group on Science Education Brussels*. European Commission, Directorate-General for Research, Information and Communication Unit, Brussels 29 s. Dostupné na WWW: http://ec.europa.eu/research/sciencesociety/document_library/pdf_06/report-rocardon-science-education_en.pdf

SELBY, C. (2012). Promoting computational thinking with programming. *Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 74–77. <https://doi.org/10.1145/2481449.2481466>

- SELBY, C., WOOLLARD, J. (2013). University of Southampton. *Computational Thinking: The Developing Definition*. Southampton. Dostupné také z: https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf
- SELBY, C., WOOLLARD, J. (2014). *Refining an understanding of computational thinking*. University of Southampton, Southampton. Dostupné také z: <https://eprints.soton.ac.uk/372410/>
- STUHLÍKOVÁ, I. (2010). *O badatelsky orientovaném vyučování*. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Dostupné z <https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>, (s. 129–135).
- STUHLÍKOVÁ, I., JANÍK, T., et al. (2015). *Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita. Syntézy výzkumu vzdělávání. ISBN 978-80-210-7769-0. Dostupné z: https://www.ped.muni.cz/didacticaviva/data_pdf/knihy/oborove-didaktiky_online.pdf
- SURVIO. (2020). Typy otázek v dotazníku. Dostupné z: https://www.survio.com/cs/blog/typy-otazek/typy-otazek-v-dotazniku/#Dotaznikove_otazky
- SVOBODOVÁ, J. (2013). *Perspektivy a koncepce přírodovědného vzdělávání*. In: Magnanimitas, Hradec Králové, Th e Czech Republic. Recenzovaný sborník příspěvků vědecké konference s mezinárodní účastí Sapere Aude 2013. 1. vyd. Hradec Králové: European Insitute of Education, s. 167–171, 4 s. ISBN 978-80-905243-6-1.
- ŠIMANDL, V., DOBIÁŠ, V. (2021). Analýza dat při tvorbě zakotvené teorie pomocí software atlas.ti. In *Paidagogos*. 2021(1), s. 131–156. <http://www.paidagogos.net/issues/2021/1/article.php?id=8>
- ŠIMANDL, V., VANÍČEK, J. (2015). The Use of Inquiry Based Education in a Simulation Software Environment in Pre-Service ICT Teacher Training. In *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*. 4(1), s. 5-15. ISSN 1805-3726. Dostupné z: <https://periodika.osu.cz/ictejournal/dokumenty/2015-01/ictejournal-2015-1-article-1.pdf>
- ŠIRŮČKOVÁ, J. *Badatelsky orientovaná výuka s využitím modulů [online]*. Brno, 2017. Dostupné z: <https://theses.cz/id/4acmdb/>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D.
- ŠNAJDER, Ľ., GUNIŠ, J. (2016). Analysis of results in inquiry basedinformatics education of selected topics. *Information and Communication Technology inEducation*. pp. 169-180. Ostrava: University of Ostrava. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/311158192_Inquiry_Based_Education_of_Selected_Informatics_Topics_-_Analysis_and_Results

- ŠVARŤÍČEK, R., ŠEĎOVÁ, K. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 1. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-313-0.
- ŠVECOVÁ, M. (2012). *Školní projekty v environmentální výchově a jejich využití ve školní praxi*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 100s. ISBN 978-80-87472-36-1.
- TALIS. (2013). *Results: An International Perspective on Teaching and Learning*. Paris: OECD, ISBN 978-92-64-19626-1.
- TEDRE, M., DENNING, P. J. (2016). The Long Quest for Computational Thinking. *Proceedings of the 16th Koli Calling Conference on Computing Education Research*, November 24-27, 2016, Koli, Finland: pp. 120-129.
- TENGLER, K., KASTNER – HAULER, O., SABITZER, B. "Identifying Preliminary Design Principles for a Robotics-based Learning Environment," 2021 16th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), 2021, pp. 771-776, doi: 10.1109/ICCSE51940.2021.9569250.
- THE ROYAL SOCIETY. (2012). *Shut Down or Restart? The Way Forward for Computing in UK Schools*. The Royal Society, London.
- THONGKOO, K., PANJABUREE, P., DAUNGCHARONE, K. (2019). Integrating inquiry learning and knowledge management into a flipped classroom to improve students' web programming performance in higher education. *Knowledge Management & E-Learning*, 11(3), 304–324. Dostupné z: <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.016>.
- TOCHÁČEK, D., LAPEŠ, J. (2012). *Edukační robotika*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN ISBN 978-80-7290-577-5.
- TRNA, J. (2012). *Taxonomy of Physics Experiments in Inquiry-Based Science Education*. In: WCPE-Th e Word Conference on Physics Education.
- VANÍČEK, J. (2015). Programming in Scratch using inquiry-based approach. In Brodnik, A. (ed.) *Informatics in schools. Curricula, competencies, and Competitions*. 8th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2015. Heidelberg: Springer Lecture Notes in Computer Science, Vol. 9378 , s. 82–93. Dostupné z: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25396-1_8
- VANÍČEK, J. (2021). Towards a compulsory computing curriculum at primary and lower-secondary schools: the case of Czechia. In: Barendsen, E., Chytas, Ch. (eds): *Informatics in Schools. Rethinking Computing Education*. ISSEP 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13057. Cham: Springer, p. 109–120, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90228-5_9
- VANÍČEK, J., ŠIMANDL, V., KLOFÁČ, P. (2021). A Comparison of Abstraction and Algorithmic Tasks Used in Bebras Challenge. In *Informatics in Education*. 20(4), s. 717–736. doi: 10.15388/infedu.2021.30

- VOOGT, J., FISSER, P., GOOD, J., MISHRA, P., YADAV, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282603860_Computational_thinking_in_compulsory_education_Towards_an_agenda_for_research_and_practice
- WANG, P. (2016). *From computing to computational thinking*. Ohio: CRC Press. 978-1-4822-1766-7.
- WILHELM, P., BEISHUIZEN, J. J. (2003). Content Effects in Self-directed Inductive Learning, *Learn Instr.*, vol. 13, pp. 381–402. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00013-0). Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475202000130>
- WILLNER-GIWERC, S., HSIN, R., MODY, S., ROGERS, C. (2023). Placemat Instructions. *Science and Children*, 60(3). Dostupné z: <https://www.nsta.org/science-and-children/science-and-children-januaryfebruary-2023/placemat-instructions>
- WING, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. DOI: 10.1145/1118178.1118215
- WING, J. M. (2010). *Computational Thinking: What and Why?* Computer Science Department, Carnegie Mellon University. <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- WING, J. M. (2014). Computational thinking benefit society. Social Issues in Computing blog. Dostupné z: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>
- WING, J. M. (2017). *Computational thinking's influence on research and education for all*. Italian Journal of Educational Technology, 25(2), 7-14. doi: 10.17471/2499-4324/922
- YADAV, A., MAYFIELD, C., ZHOU, N., HAMBRUSCH, S., KORB, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 5. Dostupné z: <https://stelar.edc.org/sites/default/files/Yadav%20et%20al%20%282014%29.pdf>
- YADAV, A., STEPHENSON, C., HONG, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Commun. ACM* 60, 4 (April 2017), 55–62. <https://doi.org/10.1145/2994591>
- YIN, R. K. (2018). *Case Study Research and Application: Design and Methods*. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.
- ZHONG, B., WANG, Q., CHEN, J., LI, Y. (2015). *An Exploration of Three-Dimensional Integrated Assessment for Computational Thinking*. *Journal of Educational Computing Research*. 53(4), 562-590. DOI: 10.1177/0735633115608444. ISSN 0735-6331. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0735633115608444>

Publikační činnost

Vlastní publikační aktivity doktoranda (časopisy, příspěvky ve sbornících atd.).

VANÍČEK, J., ŠIMANDL, V., KLOFÁČ, P. A Comparison of Abstraction and Algorithmic Tasks Used in Bebras Challenge. In *Informatics in Education*. 2021, 20(4), s. 717–736. doi: 10.15388/infedu.2021.30

KLOFÁČ, P. Softwarové a online programovací prostředí Lego Mindstorms. *Media4u Magazine*. Praha, 2022, 19(1), 37-41. ISSN 1214-9187.

KLOFÁČ, P. Badatelsky orientovaná výuka a její výskyt v robotice. *Media4u Magazine*. Praha, 2021, 18(4), 8-12. ISSN 1214-9187.

ŠIMANDL, V., KLOFÁČ, P. Využití Wi-Fi sítí na základních školách. In *Journal of Technology and Information Education*. 2017, 9(1), s. 213-222. ISSN 1803-537X. <http://doi.org/10.5507/jtie.2017.017>

KLOFÁČ, P. Přispívá badatelsky orientovaná výuka k rozvoji inforatického myšlení? [online]. Trnavská univerzita v Trnavě, 2022. ISBN 978-80-568-0503-9. Dostupné také z: <https://pdf.truni.sk/katedry/kps/veda-vyskum?juvenilia-paedagogica-2022#zbornik>

KLOFÁČ, P. Badatelsky orientovaná výuka robotiky. In: *Information and Communication Technology in Education*. Ostrava, 2020, s. 21-29. ISBN 978-80-7599-210-9. Dostupné také z: <https://konference.osu.cz/ict/dokumenty/2020/sbornik-phd-ICTE2020.pdf>

KLOFÁČ, P. Podporuje bádání rozvoj inforatického myšlení? [online]. Plzeň, 2022. Dostupné z: <https://isvk.zcu.cz/wp-content/uploads/2023/01/ISVK2022.pdf>

KLOFÁČ, P. Badatelsky orientovaná výuka robotiky. In: *Sborník příspěvků z konference DiTech*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta, 2020.

KLOFÁČ, P. Inquiry-Based Learning of Robotics. Za obzor a pro vzájemné poznání: konference doktorandů Jihočeské univerzity. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 3. - 4. listopadu 2021.

KLOFÁČ, P. Ozobot v hodinách matematiky a fyziky. In: *Konference Užití počítačů ve výuce matematiky*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2019, s. 47-51. ISBN 978-80-7394-795-8.

KLOFÁČ, P. Badatelsky orientovaná výuka robotiky. In: *Pedagogical Research on Information Technology*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2019. ISBN 978-80-7394-758-3.

DOBIÁŠ, V., REMEŠ, R., KLOFÁČ P. 2020. Sborník konference PRIT 2020 [DVD]. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7394-805-4.

Účast na projektech

Efektivnější STEAM vzdělávání za využití moderních technologií (identifikační číslo: 8J23AT010), na pozici tvůrce didaktických materiálů (Mezinárodní projekt).

Podpora rozvíjení informatického myšlení (RČP: CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_036/0005322), na pozici metodik praxe KA 3.2.

Inovace přípravy učitelů pro praxi (RČP: CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_038/0006960), na pozici koordinátor implementace nových technologií do výuky na katedrách KA 3.

Inovace přípravy učitelů pro praxi (RČP: CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_038/0006960), na pozici koordinátor popularizačních aktivit na katedrách KA 4.

Přílohy

Badatelsky orientované moduly do hodin fyziky:

Příloha A: 0 °C je bod varu!? – žákovské aktivity

Příloha B: Jak zní svět zvuků? – žákovské aktivity

Příloha A: 0 °C je bod varu!?! – žákovské aktivity

Modul seznamuje žáky s novou veličinou a tou je teplota. Ukazuje historický vývoj teplotních stupnic a jejich praktické využití v dnešním světě. Také seznamuje žáky s různými druhy teploměrů a žák si zkusí praktické měření teploty. Také předkládá před žáky problémové úlohy spojené s běžným životem a přírodou, které žákům ukazují využití znalostí v praxi.

ŽÁKOVSKÉ AKTIVITY:

Teoretická část

1. Vymysli si svou teplotní stupnici. Pojmenuj ji a vyznač významné body své stupnice. Nezapomeň určit na kolik dílků je stupnice rozdělena a jakou hodnotu má nejmenší dílek.
2. Přečti si úryvky a vyznač důležité informace do teplotních stupnic v pracovním listě „Teplotní stupnice“

Prvním vynálezcem teploměrů a autorem i dnes ještě používané teplotní stupnice byl Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736), původem z Gdaňska. V roce 1714 zavedl teplotní stupnici, která se po něm jmenuje Fahrenheitova. Její počátek, 0 °F, stanovil jako teplotu mrazící směsi ledu, vody a salmiaku (zřejmě ji považoval za nejnižší laboratorně dosažitelnou teplotu). Jako horní bod této stupnice vybral teplotu těla zdravého člověka (36 °C) a přiřadil jí hodnotu 96 °F. Podle Fahrenheitovy stupnice taje led při 32 stupních a voda vře při 212 °F.

Známý francouzský vědec a vynálezce René Antoine Ferchault de Réaumur [čti Rémer] (1683-1757) vynalezl v roce 1730 teploměr se směsí lihu a vody, kde interval teplot mezi bodem tání ledu a varem vody rozdělil na 80 stupňů. Jeho Réaumurova stupnice se později přestala používat.

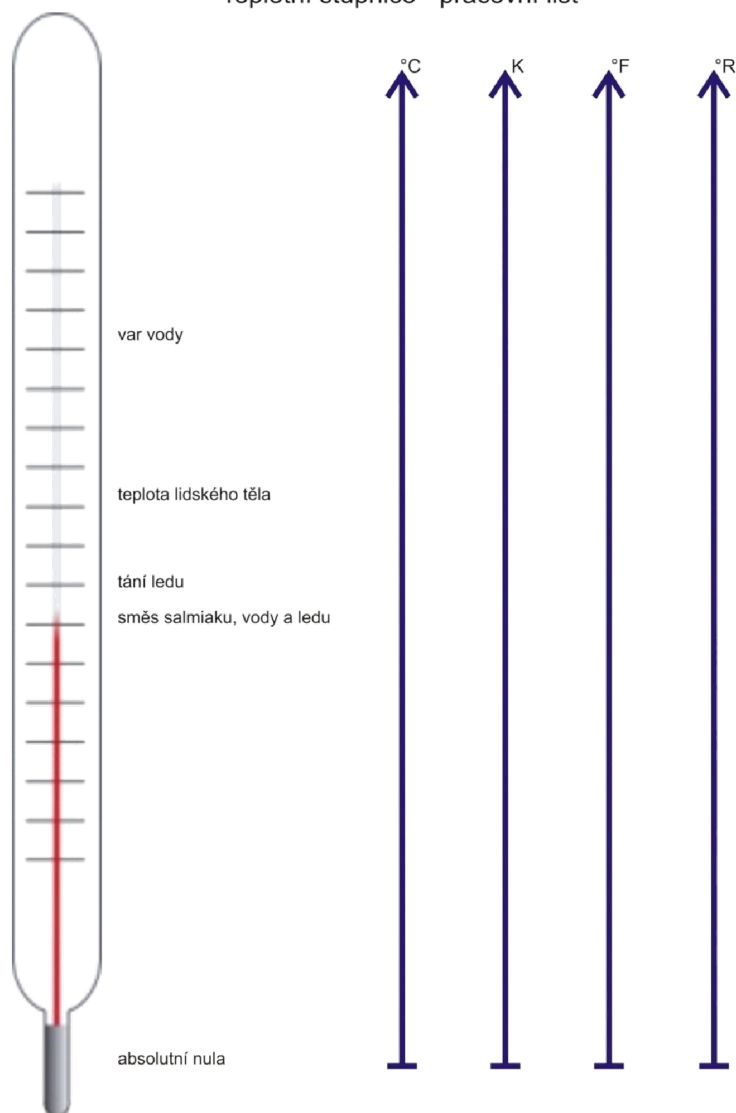
Běžně používáme stodílkovou stupnici Celsiovu, jejíž základní body jsou teplota tání ledu a teplota varu vody. Zavedl ji švédský astronom a fyzik Andres Celsius (1701-1744). Roku 1744 doporučil Celsius k užívání svou teplotní stupnici. Je méně známo, že teplotě tání ledu přisoudil hodnotu 100 °C a teplotě varu vody 0 °C. Brzy na to byla však jeho

stupnice převrácena do dnešní podoby – udělal to buď švédský přírodovědec Carl Linné, nebo francouzský fyzik Jean Christin.

Když se povedlo určit nejnižší možnou teplotu známou jako absolutní nula, bylo ji možno zvolit za fyzikálně zdůvodněný počáteční bod teplotní stupnice. V uznání zásluh jejího tvůrce, Williama Thomsona, lorda Kelvina of Largs, byla pojmenována stupnice Kelvinova. Dílky kelvinovy stupnice jsou stejně velké jako Celsiovy stupně. Absolutní nula teploty, „nula kelvinů“, odpovídá $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vytvoř si svou myšlenkovou mapu na téma „Teplotní stupnice“. Zaznač do ní vše, co ses dozvěděl.

Praktická část

Teplotní stupnice - pracovní list



1. Úkol

Po třídě jsou rozmístěny různé druhy teploměrů a mají u sebe vždy číslo. Tvým úkolem je do svého pracovního listu zaznačit o jaký teploměr se jedná, odhalit jeho název. Dále si ke každému teploměru poznačíš nějakou informaci, která ti přijde zajímavá nebo důležitá.

Pokud si nevíš rady, můžeš využít nápovědy ve formě vytištěného textu s informacemi o teploměrech, který je rozmístěný po třídě.

Číslo ____ je rtuťový teploměr.

Zajímavost o něm:

Funguje:

Číslo ____ je lihový teploměr.

Zajímavost o něm:

Funguje:

Číslo ____ je Galileiho teploměr.

Zajímavost o něm:

Funguje:

Číslo ____ je digitální teploměr.

Zajímavost o něm:

Funguje:

Číslo ____ je bimetalový teploměr.

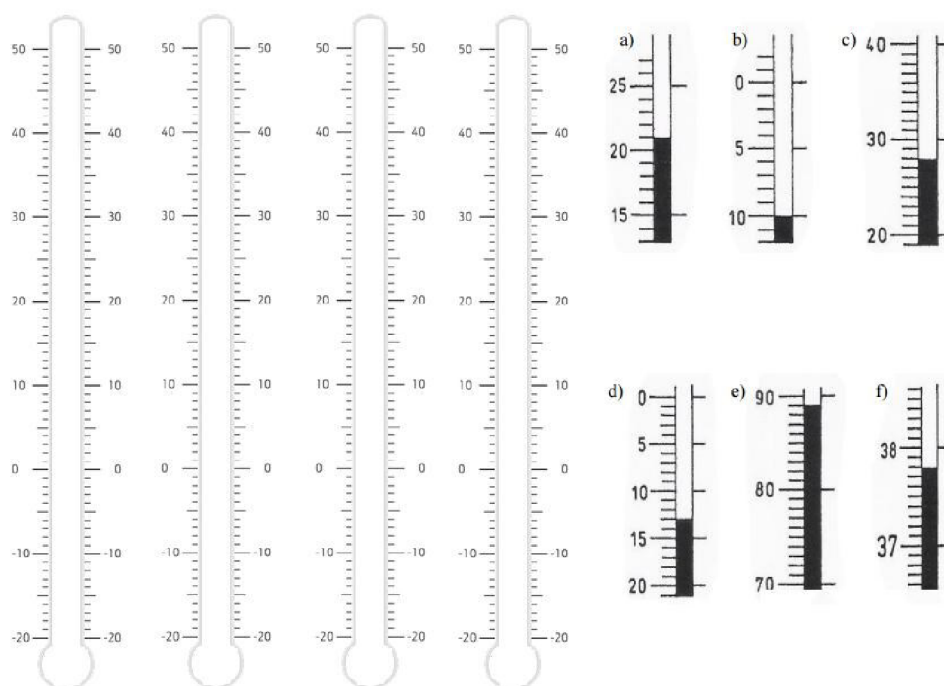
Zajímavost o něm:

Funguje:

2. Úkol

Změř teplotu vody ve čtyřech různých kádinkách. Vodu ve dvou kádinkách změř digitálním teploměrem a vodu ve zbylých dvou kádinkách změř lihovým teploměrem. Naměřené hodnoty zaznač do svého pracovního listu.

Jakmile budeš mít změřenou teplotu, napiš, jaká teplota je vyznačená na zbylých teploměrech v pracovním listě.



Závěr:

Znám tyto teplotní stupnice: _____.

Stupnice se nazývají podle: _____.

Značka teploty je: _____.

Jednotka Celsiovy stupnice je: _____.

Teplotu mohu změřit: _____.

Znám tyto teploměry: _____.

Zamysli se nad tím, co jsi se dnes dozvěděl/a, a dokonči následující věty:

Nejvíce mě zaujalo:

Dozvěděl jsem se, že:

Už jsem z dřívějšíka věděl že:

Ještě by mě zajímalo:

Stále nechápu:

Zdroj: PROFILES (2013), alternativní zdroj modulů Širůčková (2017).

Příloha B: Jak zní svět zvuků? – žákovské aktivity

ŽÁKOVSKÉ AKTIVITY

Příběhy:

Přečti si následující úryvky a zamysli se nad nimi:

„Jedna z věcí, které Fordu Prefectovi připadaly na lidech nejnepochopitelnější, byl zvyk neustále pronášet a opakovat naprosto očividná fakta, jako například to je ale krásně, ty jsi ale dlouhán, nebo jejej, vypadá to, že jsi spadl do desetimetrové studny, jsi v pořádku? Ford si nejprve vytvořil jistou teorii, která toto zvláštní chování vysvětlovala: kdyby lidé nechali zahálet mluvidla, nejspíš by jim ztuhla. Po několika měsících pozorování a přemýšlení nahradil tuto teorii jinou: kdyby lidé nechali zahálet mluvidla, uvedli by tím do chodu mozek.“

*„Samci kolibříka **kalyptry růžovohlavé** (*Calypte anna*) jsou na první pohled nápadní šarlatově zbarveným peřím na hlavě. Při námluvách podnikají střemhlavé lety, při kterých dosahují špičkových rychlostí. Jejich peří přitom vydává silný pískavý zvuk.“*

„Kytara má tři hlavní součásti: duté tělo, krk s pražci a hlavu s ladicími kličky. Nejdůležitější součástí těla kytary je ozvučná deska. Jejím úkolem je znít dostatečně nahlas, aby zvuk kytary lidé dobře slyšeli. V ozvučné desce je ozvučný otvor (obvykle kruhový, ale můžeme také vidět i dvojice otvorů ve tvaru písmene f, které se podobají otvorům houslí). K ozvučné desce je připojena součást zvaná struník, tedy jakási kotva pro jeden z konců strun. Struník má v sobě zabudovanou část z tvrdého dřeva, zvanou sedlo. Úkolem sedla je sloužit jako opora napnutých strun. Jakmile struna vibruje, přenášejí se vibrace sedlem do struníku a na ozvučnou desku, která v důsledku toho také celá vibruje. Krk s pražci se nazývá hmatník. Pražce jsou kovová tělíčka uložena do hmatníku v konkrétních vzdálenostech. Přimáčknutím struny k pražci změníte její délku, tudíž i tón vydávaný vibrující strunou.“

„Láteření Augustina Kleinschrodta bylo slyšet v celém táboře a neslo se až k alpským velikánům, splývalo do údolí Adiže k Meranu, kudy před několika hodinami s úsměvem spokojenosti a s blahým vědomím řádného plnění povinnosti ujížděl dobrý voják Švejk.“

„Tohle prudké zahřátí vede ke stejně rychlému a nečekanému zvýšení tlaku vzduchu, ten se šíří do okolí, rozpíná se, doslova exploduje a vytváří vedle tlakové i zvukovou

vlnu. Ovšem samotná by zazněla jako výbuch z děla. Typický bouřkový rachot je dán jednak tím, že výbojů je několik, a pak se také vzduch po projití blesku zase prudce ochlazuje se stejným doprovodným efektem. Jsme-li blízko, slyšíme třesk, jestliže stojíme dál, pak burácení, které je násobeno ozvěnou odraženou od různě teplých vrstev vzduchu.“

„1. Vesmír je plný tajemného hučení a ohlušujících výbuchů. Každý fanoušek Hvězdných válek si jistě vybaví otevírací scénu z páté epizody, kde se do záběru dostane velký imperiální křižník, který se za doprovodu zlověstného hučení pohybuje vesmírem. Faktem je, že hučení bychom nikdy nemohli slyšet.“

„Naše uši jsou jako anténa, která kontinuálně přijímá zvuky ze všech směrů. Komplexní struktura ucha tyto zvukové signály zpracovává a přenáší dále do mozku, kde jsou rozkódovány. Proto je důležité, aby obě uši správně fungovaly.“

„Zvuky ve vesmíru si lze zjednodušeně představit jako elektromagnetické vibrace. Pokud k jejich naslouchání použijeme speciální přístroje, můžeme si poslechnout, jak zní například hvězdy z časů počátku vesmíru, tak, jak se to podařilo vědcům z birminghamské univerzity.“

„Vyšetřovaný pacient stojí bokem k vyšetřujícímu tak, aby na něho neviděl, a má zakryté druhé, nevyšetřované ucho. Vyšetřující předřikává slova a vyšetřovaný je má opakovat. Hodnotí se vzdálenost, ze které vyšetřovaný slova slyší a rozumí jim. Dále se hodnotí rozdíl mezi opakováním hluboko frekvenčních a vysokofrekvenčních slov, podle toho se pozná vada sluchu s převahou vysokých nebo hlubokých frekvencí. Rozdíl mezi hlasitou řečí a šepotem pak odkazuje na typ sluchové vady. (Lejska, 2003, s. 29) Tento typ zkoušky se samozřejmě nedá použít u nejmenších dětí.“

Problémy a otázky:

Pozorně si znovu přečti úvodní text a napiš otázky, které tě napadnou:

1.
2.
3.
4.
5.

*Pokud tě hned nějaká otázka nenapadla, vyber si některé z následujících otázek:
Příběh 1*

1. Jak fungují mluvidla?
2. Jak je možné, aby peří vydávalo silný písklavý zvuk?
3. Co způsobuje zvuk u kytary?
4. Jak tyto úryvky souvisí se zvukem?
5. Co je to zvuk?
6. Jak mohlo být slyšet láteření až v dalekém údolí?
7. A co hrom? Jak to, že ho slyšíme?
8. Proč bychom hučení motorů vesmírné lodi nikdy nemohli slyšet?
9. Jak funguje ucho?
10. Je pro nás ucho důležité?
11. Existují zvuky, které neslyšíme? Co můžeme využít k jejich zachycení?

Na otázky ti pomohou odpovědět následující úkoly a experimenty:

Úlohy, experimenty a měření:

Vytvoř svou myšlenkovou mapu a představte si ji ve skupinkách.



Pravítko

K pokusu budeš potřebovat 30 centimetrové pravítko. Pravítko polož na okraj lavice a do části, které přesahuje, drnkni prstem. Pozoruj, co se bude dít. Měň délku části, které přesahuje přes lavici a opět pozoruj co se děje. Změnilo se něco? S čím to může souviset?

Pokus zvonící lžíce

K pokusu potřebuješ lžíci, která je přivázána na provázku a vidličku. Konce provázku si omotej kolem ukazovačku a spolužák několikrát klepne do lžičky vidličkou. Poslouchej, jak zní zvuk lžíce. Poté si dej ukazováčky do uší a spolužák znovu klepne do lžíce. Co slyšíš nyní? Změnilo se něco? Pokud ano, čím to může být?

Pokus s vývěvou

K pokusu potřebuješ vývěvu a budík. Do vývěvy vlož zvonící budík a začni Odčerpávat vzduch. Pozoruj, co se bude dít.

Najdi v odborné literatuře a stručně zapiš, jak funguje lidské ucho.

Řešení problémů a závěry:

Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vyslovil.

1.
2.
3.
4.

Stručně odpověz na otázky, které jsi na začátku bádání vybral:

Závěr:

Dozvěděl ses, že zvuk je _____.

Věc, která zvuk vydává, se nazývá: _____.

K šíření zvuku je potřeba: _____.

V různém prostředí se zvuk šíří: _____.

K záznamu zvuku potřebuji vždy vhodný: _____.

Lidské ucho může slyšet zvuk v rozmezí: _____.

Zamysli se nad tím, co jsi se dnes dozvěděl/a, a dokonči následující věty:

Nejvíce mě zaujalo:

Dozvěděl jsem se, že:

Už jsem z dřívějšíka věděl že:

Ještě by mě zajímalo:

Stále nechápu:

Zdroj: PROFILES (2013), alternativní zdroj modulů Širůčková (2017).