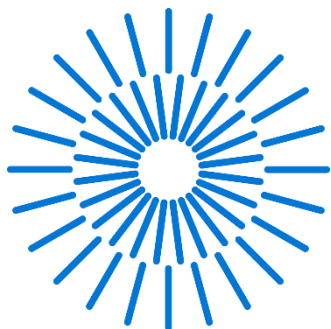


FAKULTA
PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ
A PEDAGOGICKÁ TUL



FAKULTA PŘÍRODNÝCH
VIED UNIVERZITY
MATEJA BELA



New Perspective in Informatics Education

International Proceedings on Teaching Informatics

citation bibliographic details

DRÁBKOVÁ Jindra, editor. *Didinfo 2024: New Perspective in Informatics Education, International Proceedings on Teaching Informatics*. Online. Liberec, 2024. ISBN: 978-80-7494-708-7, ISSN: 2454-051X. Available from: http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/Didinfo_2024_inter.pdf

ISBN: 978-80-7494-708-7

ISSN: 2454-051X



This publication is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License CC BY.

Published by Technical University of Liberec.

Didinfo 2024

The International Conference on Computer Science Education
February 7th to 9th 2024 | Liberec | Czech Republic

Programme Comittee:

doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (SK) – chairwoman

doc. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (CZ) – chairman

Mgr. Daniel Lessner Ph.D., Technická univerzita v Liberci (CZ) – chief organiser

doc. RNDr. Gabriela Andrejková, CSc., Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach (SK)

Mgr. Jan Berki, Ph.D., Technická univerzita v Liberci (CZ)

doc. RNDr. Miroslava Černochová, CSc., Univerzita Karlova v Praze (CZ)

prof. Dr. Valentina Dagiene, Vilniaus universitetas (LT)

Mgr. Adam Dudáš, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (SK)

PhDr. Zbyněk Filipi, Ph.D., Západočeská univerzita v Plzni (CZ)

PaedDr. Ján Guniš, PhD., Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach (SK)

doc. Mgr. et Mgr. Marie Hubálovská, Ph.D., Univerzita Hradec Králové (CZ)

prof. RNDr. Štěpán Hubálovský, Ph.D., Univerzita Hradec Králové (CZ)

doc. PhDr. Miroslav Chráska, Ph.D., Univerzita Palackého v Olomouci (CZ)

prof. Dr. Mirjana Ivanovic, Univerzitet u Novom Sadu (SRB)

Ing. Jana Jacková, PhD., Katolícka univerzita v Ružomberku (SK)

prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD., Univerzita Komenského v Bratislave (SK)

doc. RNDr. Zuzana Kubincová, PhD., Univerzita Komenského v Bratislave (SK)

doc. RNDr. Gabriela Lovászová, PhD., Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre (SK)

Ing. Božena Mannová, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze (CZ)

RNDr. Alžbeta Michalíková, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (SK)

RNDr. Mgr. Pavel Pešat, Ph.D., Univerzita Pardubice (CZ)

Prof. Dr. Kate Sanders, Rhode Island College (USA)

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., Trnavská univerzita (SK)

doc. RNDr. Petr Šaloun, PhD., Univerzita Palackého v Olomouci, VŠB – TU Ostrava (CZ)

Mgr. Václav Šimandl, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (CZ)

doc. RNDr. Ľubomír Šnajder, PhD., Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach (SK)

doc. Ing. Ľudovít Trajtel, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (SK)

Dr. Livia Tudor, Universitatea Petrol – Gaze din Ploiești (RO)

PaedDr. Patrik Voštinár, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (SK)

Reviewers:

doc. RNDr. Gabriela Andrejková, CSc., Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach (SK)

Mgr. Jan Berki, Ph.D., Technická univerzita v Liberci (CZ)

doc. RNDr. Miroslava Černochová, CSc., Univerzita Karlova v Praze (CZ)

PhDr. Zbyněk Filipi, Ph.D., Západočeská univerzita v Plzni (CZ)

prof. RNDr. Štěpán Hubálovský, Ph.D., Univerzita Hradec Králové (CZ)

doc. RNDr. Zuzana Kubincová, PhD., Univerzita Komenského v Bratislave (SK)

doc. RNDr. Gabriela Lovászová, PhD., Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre (SK)

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., Trnavská univerzita (SK)

Mgr. Václav Šimandl, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (CZ)

doc. RNDr. Ľubomír Šnajder, PhD., Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach (SK)

doc. Ing. Ľudovít Trajtel, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (SK)

doc. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (CZ)

Copyright © 2024 Jindra Drábková

ISBN: 978-80-7494-708-7

ISSN: 2454-051X

Peer-reviewed Conference Proceedings

Content

New Czech Curriculum: Changes in Computing	7
<i>Daniel Lessner, Jan Berki</i>	
Bebras tasks sets as a teacher's helper for computer science education.....	16
<i>Jiří Vaniček</i>	
Competing alone or in pairs? How pairs of pupils did in the Bebras Challenge	25
<i>Václav Šimandl, Václav Dobiáš</i>	
Modification of the formulation in the task and the consequences for the success of the students' solutions	34
<i>Karolína Miková, Lucia Budinská, Monika Tomcsányiová</i>	
Qualitative analysis of graph problem solving with ChatGPT	43
<i>Jarmila Škrinářová, Adrián Hamada, Patrik Voštinár, Michal Vagač</i>	
Assignment of final thesis in programming	56
<i>Rudolf Pecinovský</i>	
How do primary school teachers perceive inquiry based learning for robotics	64
<i>Patrik Klofáč</i>	

Obsah

Nový Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: vývoj v informatice	7
<i>Daniel Lessner, Jan Berki</i>	
Sestavy bobříků úloh jako pomůcka učitele pro výuku informatiky	16
<i>Jiří Vaníček</i>	
Soutěžit sám nebo ve dvojici? Aneb jak si vedly dvojice žáků v soutěži Bobřík informatiky	25
<i>Václav Šimandl, Václav Dobiáš</i>	
Zmena formulácie zadania v úlohách a dôsledky na úspešnosť žiackych riešení	34
<i>Karolína Miková, Lucia Budinská, Monika Tomcsányiová</i>	
Kvalitatívna analýza riešenia grafových úloh s ChatGPT	43
<i>Jarmila Škrinárová, Adrián Hamada, Patrik Voštinár, Michal Vagač</i>	
Zadávání závěrečných prací z programování	56
<i>Rudolf Pecinovský</i>	
Jak učitelé ZŠ vnímají badatelsky orientovanou výuku robotiky	64
<i>Patrik Klofáč</i>	

Nový Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: vývoj v informatice

New Czech Curriculum: Changes in Informatics

Daniel Lessner
Katedra geoinformatiky
a didaktiky informatiky
daniel.lessner@tul.cz

Jan Berki
Katedra geoinformatiky
a didaktiky informatiky
jan.berki@tul.cz

EXTENDED ABSTRACT

Almost two decades ago, the curricular system in the Czech Republic changed. The newly formulated *Framework Educational Programme for Basic Education* (FEP) defines the expected outcomes. Schools then develop their own school programmes, designed to meet the expectations in their own way. FEP was subject to ad hoc partial changes. The last one introduced computing as a new area (it had been missing until then). This last update is not yet fully implemented in schools. At the same time, the long-expected so-called major revision of FEP begins to take shape. It is the first comprehensive intervention since the introduction of FEP. Despite computing being very new to the curriculum, it is inevitably part of the changes. In this paper, we describe the progress of the ongoing work.

The whole process of the revision is fairly complex, based on long-sought consensus and informed by the experience with the current FEP and its' introduction years ago. The most relevant change for computing is the implicitly provided "methodical support" for teachers. FEP will not be presented as a document intended for printing. Instead, it will be a web-based system that allows one to view different portions of the content and different levels of detail. The system shall also provide a broader explanation of what each outcome means, the motivation for its inclusion into general compulsory education, the steps to acquire the skill gradually, and how one can evaluate the current level of achievement.

All these are immensely important for informatics at schools, which is still a very new subject, and teachers do not yet have the shared language to talk about teaching it. It also allows for somewhat less contorted formulations of expected outcomes because finer details may be explained more thoroughly.

Major questions regarding content include reevaluating the distinction between informatics and digital literacy because it still confuses many teachers. The original reasons to separate the two are still sound, and there will be no change. Another critical question is the role of machine learning and artificial intelligence in informatics. It turns out that most AI-related goals fit better into other subject areas. One of the interesting aspects relevant (not only) to AI is handling uncertainty. Probabilistic thinking is something the working group tries to emphasize more in the revised programme.

Despite the requirements for FEP development being relatively straightforward, the working group for informatics often balances conflicting aspects. For example, the document should be clear for its users (mostly teachers) but also technically correct and very brief at the same time. At the same time, most Czech informatics teachers do not have any systematic qualification to teach the subject and do not understand the terminology. In this case, the working group prioritizes correctness, and teachers must catch up (and study the explanations). In other cases, the group has to consider a number of aspects and finally make a judgment call. This paper details such issues to illustrate how the working group processes and decides them.

Keywords

Curriculum revision, informatics, learning goals, computational thinking.

ABSTRAKT

V současnosti probíhají práce na tzv. velké revizi¹ Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP). Je to první komplexní zásah od jejich vzniku. Přestože je informatika v RVP velmi čerstvě, je nevyhnutelně také součástí změn. V příspěvku popíšeme probíhající práce. Po vysvětlení potřebných souvislostí se soustředíme především na didaktické otázky, kterými se pracovní skupina pro informatiku zabývá. Někdy se jedná o drobné úpravy a vyjasnění, někdy o opětovné otevírání komplikovaných témat (např. vztah vzdělávacího oboru informatika a klíčové kompetence digitální), a někdy o témata ve školském kontextu nová (umělá inteligence, resp. strojové učení). Na těchto ukázkách ilustrujeme, jak pracovní skupina pro informatiku přemýšlí a rozhoduje.

Klíčová slova

Revize RVP, didaktika informatiky, cíle učení, informatické myšlení.

1 ÚVOD

Rámcové vzdělávací programy (RVP) od svého vzniku před téměř dvaceti lety informatiku neobsahovaly [1]. Neudržitelnost takového stavu byla stále zřejmější i ve srovnání s vývojem ve světě [2] a vývojem didaktiky informatiky [3]. Česko reagovalo schválením Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020 [4], jejíž plnění přes řadu komplikací a průtahů skutečně vedlo k úpravě informatického a digitálního kurikula [5]. Nový koncept podrobněji popisuje [6], zde popíšeme základní ideu změn.

Prvním motivem bylo zavedení informatiky zaměřené na rozvoj informatického myšlení (IM) [7] od 4. do 9. třídy, tj. přinést specifické pohledy a nástroje k řešení problémů, stejně jako pomoci s poznáváním a pochopením světa, ve kterém žijeme. V kurikulu se tak objevuje práce s informacemi, daty a jejich kódováním, práce s modely (včetně grafů a dalších schémat), algoritmizace či tvorba informačních systémů.

Druhým motivem bylo dát digitální znalosti a dovednosti více do kontextu situací, ve kterých jsou uplatňovány, tedy napříč vzdělávacím obsahem. Upravené výstupy zrušené vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie (IKT) se staly součástí digitální kompetence, která nově byla v českém prostředí zařazena mezi kompetence klíčové. V praxi pak zásadně záleží na situaci té které školy, jak se k rozvoji digitální kompetence postaví, jakou strategii zvolí.

Takto upravený RVP byl schválen v roce 2021 s tím, že od té doby nabíhá. Školy podle něj tedy směly začít učit, a teprve od září 2023 jej realizují povinně na prvním stupni. V dalších letech potom následují druhý stupeň a čtyřletá gymnázia. Souběžně se realizují obdobné změny v odborném vzdělávání. V rámci popsané tzv. malé revize bohužel nedošlo k aktualizaci vzdělávacího obsahu ostatních oblastí, resp. oborů vyvolané digitalizací.

2 VELKÁ REVIZE RVP

Nedávné zavedení informatiky (a digitální klíčové kompetence) se označuje jako malá revize. Probíhá totiž i revize velká, komplexní. Revize má naplnit cíle dlouhodobější vzdělávací strategie [8]. Těmi jsou silnější zaměření vzdělávání na kompetence pro život a snížení nerovností v přístupu ke vzdělání (a umožnění rozvoje potenciálu dětí). Z toho plynou konkrétní parametry revize [9]. Mezi ty obsahové patří aktualizace obsahu, redukce jeho šířky ve prospěch lepšího osvojení a povinná kritéria pro zařazení očekávaného výstupu do RVP (některá zmiňujeme níže). Učivo v RVP nebude vůbec, povinné časové dotace také ne. Otázce redukovaného obsahu v informatice se věnovala už malá revize, nepředpokládala se tak významná redukce v této oblasti.

¹ <https://velke-revize-zv.rvp.cz/>

2.1 Metodická podpora pro učitele

Na rozdíl od předchozích verzí RVP, primární formou tentokrát nemá být textový dokument. Tvůrci si uvědomili, že kurikulum není lineární a pro jeho uživatele je užitečné přímo využívat křížových vazeb napříč kurikulem a dalších prvků, které text neumožňuje. RVP proto bude dostupné v podobě informačního systému, který k němu umožní pohodlnější přístup.

To vede k možnosti obsah RVP přímo propojit s dalšími podpůrnými materiály. Jejich cílem je, aby učitelé lépe porozuměli očekávaným výstupům a snáze naplánovali výuku. Pro každý výstup se zpracovává jeho podrobnější popis. To poněkud mírní důsledky snižování počtu výstupů a jejich zestručňování². Je totiž možné vypuštěné aspekty výstupu (které ale dosud ne každý učitel vnímá jako samozřejmé) okomentovat podrobněji v jeho popisu. Srozumitelnosti může přispět i zdůvodnění. Učitel v něm může nahlédnout smysl zařazení výstupu, a lépe si domyslí, co se vlastně očekává.

Samotné výstupy jsou poměrně hrubé. Další důležitou položkou jsou proto tzv. postupné kroky dosahování výstupu. Umožní naznačit, jak si žák např. postupně osvojí danou dovednost. Přitom se ukazuje, že praxe bude bohatší než jednoduchý číslovaný seznam kroků. Někdy se spíše osvědčuje určit dílčí činnosti, které dohromady dávají daný výstup, nebo zdroje složitosti příslušného úkolu. Dosažení výstupu pak spočívá v postupném osvojování popsaných dílčích dovedností ve stále obtížnější podobě. Konkrétní pořadí zvládnutí činností se přitom může mezi učiteli i žáky lišit. Jako podpora vzniknou modelové školní vzdělávací programy.

Dále je v plánu doplňovat indikátory, podle kterých může vyučující posoudit dosažení výstupu, a příklady zadání úkolů nebo aktivit, ideálně spolu s příklady žákovských prací. Pokud se podaří metodickou podporu kvalitně zpracovat, může zásadně zvýšit použitelnost a tím i dopad celého RVP. Znamená to ale samozřejmě také, že celá revize vyžaduje několikanásobně více práce (a času), než kdyby se soustředila na samotný obsah RVP a podpora by vznikala až později.

2.2 Požadavky na očekávané výstupy a jejich formulace

U očekávaných výstupů zařazovaných do RVP, tedy u společného základu, se sleduje řada kritérií. Výsledné kurikulum má být (stejně jako stávající) kompetenční, výstupy mají být formulovány činnostně. Mají být také v souladu s celkovým zacílením základního vzdělání jako takového a přispívat k motivaci žáků k učení. Výstupy mají odpovídat současnému stavu poznání a reagovat na potřeby žáků (i ty budoucí). Mají být dosažitelné pro většinu žáků všech škol, resp. mají umožňovat různou úroveň zvládnutí.

Existují také kritéria podpůrná, která by se mohla použít v případě, že by o místo v RVP soutěžilo výstupů několik. V praxi spíše mohou vést k tomu, že ve snaze kritériím vyhovět bude zformulován kvalitnější (pro žáky užitečnější) výstup. Mezi tyto kritéria patří mezioborové vazby, rozvoj všeobecného rozhledu, podpora klíčových kompetencí, základních gramotností nebo průřezových témat a užitečnost výstupu i mimo samotný obor.

2.2.1 Terminologie

Kromě požadavků, které plynou ze zadání, pracovní skupina při hodnocení formulací sleduje i další souvislosti. Někdy proti sobě stojí terminologická správnost a srozumitelnost pro učitele, kteří s výukou informatiky nemají zkušenosti. Tam nicméně navazujeme na postoj předchozí pracovní skupiny a než abychom kazili text RVP, předpokládáme, že si učitelé znalosti postupně doplní (tentokrát navíc budou mít k dispozici podrobnější vysvětlení, viz část 2.1).

Problematičtější je, když je pojem zaužívaný jen v expertním kontextu, a není jednoznačné, jak se na daný koncept odkazovat v RVP. Odborný termín přirozeně vyvolá zavádějící představy o nepřiměřené náročnosti. Nový termín nevyvolá představy žádné a vyžaduje další vysvětlení.

Příkladem je pojem grafu, který koliduje s pojmy grafu funkce v matematice, grafu závislosti ve fyzice a grafu jako vizualizaci dat v tabulkovém kalkulátoru. V jedné z pracovních verzí proto se

² Může se jednat o vnější indikátor redukce, který ovšem k podstatě redukce popsané v zadání vůbec nemusí vést.

proto objevil nový pojem „informatický graf“, v návrzích byl také „topologický graf“. Tehdejší pracovní skupina dospěla k závěru, že bude postupovat stejně jako stávající vzdělávací obory, tedy předpokládat kvalifikovaného učitele a držet se odborně správné terminologie.

Opačným příkladem je „evidence dat“ v RVP pro základní vzdělávání, oproti „informačnímu systému“ na středních školách. Rozdíl je záměrný, na základních školách postačovala např. i papírová realizace třídní pokladny. Je tak zdůrazněn rozdíl v komplexnosti.

V souvislosti se snižováním počtu výstupů klesá sdělnost výstupů i jiným způsobem³. Původní pracovní skupina vytvořila ještě o úroveň podrobnější formulace, které poté spojovala a zestručňovala do jednotlivých odrážek v RVP. Formát umožňoval související výstupy uvádět společně. Nyní je nutné např. takto rozepsané dílčí činnosti nahradit jedním vyjádřením.

Ve stávající verzi najdeme: „*Vymezi problém a určí, jaké informace bude potřebovat k jeho řešení; situaci modeluje pomocí grafů, případně obdobných schémat; porovná svůj navržený model s jinými modely k řešení stejného problému a vybere vhodnější, svou volbu zdůvodní. Zhodnotí, zda jsou v modelu všechna data potřebná k řešení problému; vyhledá chybu v modelu a opraví ji.*“ Odpovídající formulace nyní zní: „*Modeluje situace různými způsoby, včetně grafů nebo obdobných schémat.*“

Posouvá se tím význam slova „modeluje“, které nyní nutně zahrnuje i všechny dílčí a nově nevyslovené činnosti uvedené původně. Samotný výstup je tak méně vypovídající. Na druhé straně je možnost podrobnosti uvést v rámci metodické podpory (viz část 2.1). Závazné jsou ovšem pouze výstupy samotné, metodická podpora závazná není. Lze však předpokládat, že bude hojně využívána. Tedy jestli budou školy povinny naplňovat výstupy (a vše ostatní je např. doporučením nebo ukázkou), nebo výstupy podle uvedeného popisu, nebo dokonce prokazovat dosaženou úroveň uvedenými indikátory.

2.2.2 Kontinuita

Stávající RVP vznikalo pro všechny stupně škol zároveň, rozvíjené dovednosti na sebe navazovaly. Jednotlivé výstupy měly své konkrétní pokračování na dalším stupni. Nyní se pracuje pouze na RVP ZV. To samo ještě udržení návazností nebrání. Zároveň ale snižujeme počet výstupů. Tím už se vazba na výstupy gymnázií (a středních škol) narušuje významně a pro rozhodování pracovní skupiny přestává mít význam.

Jednotlivé aspekty kvality očekávaného výstupu jdou často proti sobě. Například požadavek stručnosti a požadavek srozumitelnosti. Každá změna by navíc měla vést ke zlepšení, které vyváží práci, kterou učitelům přinese. Obtížná předvídatelnost procesu revizí v krátkodobé i dlouhodobé perspektivě do hry vnáší také taktické otázky. Nejlepší jednotlivé pracovní verze nevedou nutně k nejkvalitnějšímu výsledku. Úkolem pracovní skupiny je proto i uvedené vlivy vyvažovat.

3 HLAVNÍ OTÁZKY

3.1 Pojetí školské informatiky

Jako první se pracovní skupina zabývala otázkou, jestli se bude věnovat jen opravám chyb a aktualizacím, nebo jestli je potřeba změnit pojetí celé vzdělávací oblasti. Ať už co do rozdělení na čtyři tematické celky, zacílení na informatické myšlení, nebo způsobu formulace výstupů.

Bylo potřeba se ujistit, že koncept v praxi nenarazí na překážky řešitelné právě na úrovni RVP, a že volbou daného konceptu nepřicházíme o nějaké důležité prvky informatiky, což lze podrobit srovnáním s různými přístupy popsány dále. Protivahou případných novinek je, že se učitelé teprve nedávno seznámili s novým pojetím a jakoukoliv zásadní změnu by bylo třeba velmi dobře odůvodnit. Pracovní skupina identifikovala několik alternativních přístupů. Informatiku by bylo možné zacílit více na vývoj produktů a technických inovací a méně na řešení problémů v obecné rovině. Znamenalo

³ Přičemž požadavek na snížení počtu výstupů v samotném zadání revize není.

by to zřetelnější zaměření na uživatele vyvíjených řešení (např. programů), na procesy, které se s takovým vývojem pojí (základy softwarového inženýrství, přizpůsobené úrovni žáků a potřebě uplatnitelnosti i mimo informatiku), a případně na základy podnikání a související dovednosti.

Jinou možností je informatika jako nástroj ke zkoumání světa. Programuje se tedy ne proto, abychom něco vyřešili, např. automatizovali rutinní činnost. Programuje se proto, abychom se něco dozvěděli. Znamená to více práce s daty (jejich sběr a vyhodnocování) a v programování více simulací.

Další možností je informatika jako nástroj sebevyjádření. Nejde přitom jen o vizuální tvorbu, obohacenou o soudobé technologické možnosti (3D tisk, laserové gravírování, vyšívání). Programy jsou zde nahlíženy jako médium. Například hra ve Scratchi tak něco sděluje, nějak působí, a to nejen grafikou a zvuky, ale také herní mechanikou a svým naprogramováním jako takovým.

Závěrem těchto úvah bylo, že se stávající pojetí jeví jako dostatečně aktuální a pro žáky přínosné. S řadou jiných jsme našli dostatečné průniky, aby se k nim výuka mohla přiblížit (např. vývoj inovativních řešení konkrétních problémů lze opřít o výstupy v celku Informační systémy).

S pojetím oboru a umožněním různých přístupů souvisí úroveň abstrakce formulovaných vzdělávacích cílů. Čím obecnější formulace, tím obtížnější je dosáhnout sdíleného porozumění tomu, co vlastně znamená daného výstupu dosáhnout (a to i v rámci pracovní skupiny, natož potom mezi učiteli). Do obecnějších formulací přitom tlačí i omezení rozsahu textu RVP.

Pracovní skupina zvažila i možnost ušetřit prostor změnou stávajících tematických celků na jinou strukturu (sledující např. činnosti při řešení problému pomocí nástrojů informatiky, bez ohledu na to, jestli žák vyvíjí program, informační systém nebo něco jiného). Rozhodla se nicméně tematické celky zachovat. Jednak z časových důvodů, rozmyslet novou strukturu by se nestihlo kvalitně. Druhým důvodem je, že tematické celky poskytují učitelům informatiky užitečnou orientaci jsou na ně právě nově zvyklí. Přepracovaným pojetím by o tuto jistotu přišli.

3.2 Vztah informatiky a digitální kompetence

V předcházející verzi RVP existoval obor Informační a komunikační technologie, zvaný mnohdy krátce (a nesprávně) informatika. Nově zavedený obor má zcela jiné zaměření, nazývá se ovšem informatika. Mnozí jej proto spíše než jako jiný obor chápou jako aktualizaci. Na některých školách dosud panují nejasnosti o tom, kde si tedy žáci osvojí potřebné uživatelské dovednosti, když tyto nejsou mezi očekávanými výstupy informatiky (tak, jako doposud, jakkoliv se jednalo o jiný obor).

Druhým aspektem je skutečnost, že RVP sice uvádí rozvoj klíčových kompetencí jako jeden ze stěžejních úkolů základního vzdělávání, nicméně pro každodenní život škol a tím i uvažování učitelů jsou určující školní předměty. Z toho plyne obava, že zařazení digitální kompetence mezi klíčové jí sice dává větší formální váhu, v praxi ale může být opomíjena stejně snadno, jako klíčové kompetence stávající. Řada učitelů informatiky navíc původně učila IKT a uživatelské dovednosti ráda. Opakovaně se proto otvírá otázka, zda a jakým způsobem tyto obsahy do informatiky „vrátit“.

Připomeňme důvody, které k zavedení digitální kompetence na straně jedné a informatiky bez ní na straně druhé původně vedly. Předně je digitální kompetence aktualizací cílů původní IKT. S tím, že jako kompetence (nikoliv obor) se předpokládá, že ji budou přiměřeně rozvíjet všechny předměty, nejen výlučně IKT. Dále se chtělo více zdůraznit kontext s potřebou některou ze složek digitální kompetence využít, a tím zvýšit motivaci k jejímu osvojení. V neposlední řadě je důležitý kontext se vzdělávacím obsahem právě ve všech předmětech. Konkrétní uspořádání přitom rozhoduje škola sama, podle svých podmínek a možností (v krajním případě lze digitální kompetenci rozvíjet i v jednom vyhrazeném předmětu).

Zároveň je patrné oddělení od nového vzdělávacího oboru informatika, ke kterému nemá nová klíčová kompetence žádný zvláštní vztah. Informatika není „IKT s přidaným programováním“ ani nic podobného, je to svébytný a nezávislý obor se svými vzdělávacími cíli.

V tomto smyslu by zařazení digitální kompetence do informatiky bylo krokem zpět a její pozici v kurikulu by to zhoršilo. Tím spíše, pokud by informatika byla jediným takovým oborem. Zatím není

jasné (aspoň na úrovni pracovních skupin), jestli a jak se klíčové kompetence propíší do očekávaných výstupů oborů. Až se toto vyjasní, zpracuje se role digitální kompetence v informatice obdobně, jako v ostatních oborech, a obdobně, jako ostatní klíčové kompetence.

3.3 Strojové učení a umělá inteligence

Strojové učení (navzdory pokrokům poslední doby) není pro kurikulum školské informatiky velké téma samo o sobě. Informatika má svoje cíle, které jsou ve světě se strojovým učením možná spíše ještě důležitější než dříve. Otázku strojového učení sem řadíme spíše proto, že diskuse o ní pracovní skupině zabrala možná nejvíc času. V pracovní skupině není sporu o tom, že umělá inteligence jako fenomén má v základním vzdělávání své místo. To samo ovšem ještě nestačí k formulaci výstupu nebo jeho odpovídající začlenění do struktury RVP.

Téma umělé inteligence s informatikou zřetelně souvisí. Méně zřejmé je, co konkrétně má žák znát a umět. Má rozumět tomu, jak příslušné algoritmy fungují? Má je umět použít? V jaké podobě, jakým způsobem? Má je implementovat? Má je vylepšovat? Postupně se ukázalo, že z hlediska informatiky jako takové toho žáci v souvislosti s umělou inteligencí potřebují poměrně málo. Nebo z jiného úhlu pohledu, příslušné algoritmy jsou příliš komplexní⁴.

Je užitečné, aby žáci uměli používat běžně dostupné nástroje, to ale přirozeně zapadá mezi složky digitální kompetence. Do digitální kompetence patří nově se otevírající bezpečnostní otázky. V principu totiž nejde o nijak zvláštní situaci, novým hrozbám se žáci musí učit přizpůsobovat bez ohledu na jejich příčinu. Na druhou stranu obojí stojí také na pochopení, na jakých principech tyto nástroje fungují. Vše vždy s ohledem na věkovou přiměřenost.

Dalším zásadním aspektem jsou společenské souvislosti. Jedná se například o etické otázky, ale také dopady na pracovní trh. Strojové učení navíc dále posiluje nerovnováhu mezi uživateli a provozovateli technologií (která je koneckonců jedním z důvodů výuky informatiky ve školách). Jakkoliv tyhle otázky do školy patří, hodí se mnohem spíše do jiných oborů, než je informatika.

Ucelenější pojetí strojového učení ve vztahu k informatice nabízí koncept informatického myšlení 2.0 [10]. Řešení zde není postaveno na pravidlech definovaných člověkem, ale na datech zpracovaných právě strojovým učením. Takový přístup by dobře by navazoval na datovou vědu, jejíž základy bychom do RVP vepsali, kdyby k tomu byl prostor. Výslovně proto uveden nebude. Zároveň je řada jeho prvků v RVP již zařazena a učitel může směrem ke druhé verzi IM vykročit.

Výsledkem předchozích úvah je navrhovaný očekávaný výstup „*natrénuje model strojového učení*“ řazený k modelování. S dnešními prostředky je dosažitelný, a i dlouhodobě užitečný. Nabízí zároveň příležitost k setkání s řadou dílčích jevů, např. s důsledky nevhodného výběru dat. Výstup ale způsobuje i některé komplikace. Např. skok od modelů kreslených na papír k těm naučeným strojově se zdá příliš velký, bude potřeba doplnit chybějící úrovně pokročilosti.

3.4 Práce s neurčitostí

Jedním z konceptů, které do výuky, uvažování a života žáků umělá inteligence vnáší, je pravděpodobnostní povaha jejích výsledků. Ve škole jsou žáci zvyklí uvažovat v jednoznačných kategoriích správně a špatně. V informatice si dáváme záležet na správnosti algoritmů, a na tom, že dávají správné výsledky pro libovolné povolené vstupy. Snažíme se o spolehlivost.

Se strojovým učením do (školské) informatiky vstupují systémy, které vrací výstupy v zásadě správné, ale ne vždy. Určitá míra nespolehlivosti je ale nečiní neúčinnými. Žáci se s pravděpodobnostní povahou takových výstupů musí naučit zacházet. S tím spojené dovednosti a postoje jsou přitom využitelné mnohem obecněji, nejen v souvislosti se strojovým učením.

⁴ Podobně ze stávající informatiky úplně vypadla kryptografie. Žáci mají sice umět svá data zabezpečit šifrováním, ovšem na uživatelské úrovni. Co se týče fungování, cokoli bezpečnějšího než dětské šifry (tedy kódy) natolik přesahuje znalosti matematiky žáků, že pro ně nemá smysl se tím v hodinách zabývat.

Jde patrně o příliš jemný detail, než aby se dostal přímo až na úroveň očekávaných výstupů, nicméně v metodické podpoře tyto souvislosti uvést lze. Žádoucí je sladění s pojetím pravděpodobnosti a statistiky v matematice, to se totiž tradičně liší. Jednak se k potřebným konceptům dostává poměrně pozdě, jednak je pojímá jinak. Mimo matematiku nejde ani tak o počítání pravděpodobností fundamentálně náhodných jevů. Pravděpodobnostní počet je nástroj, který umožňuje racionální rozhodování při nedostatku informací. I s takovým přístupem by se žáci měli ve škole seznámit (s přihlédnutím k tomu, o jaký stupeň vzdělávání se jedná).

3.5 Tematický celek digitální technologie

Vedle ostatních opomíjeným celkem jsou Digitální technologie. Do informatiky patří, zároveň se ale poněkud vymykají. Není obtížné hledat shodu na obsahu, jenže jde právě o ten obsah. Zatímco ostatní celky jsou zaměřené na dovednosti žáků a výstupy jsou formulovány činnostně, Digitální technologie hrozí taxonomicky mnohem přizemnějším, pamětním pojetím. Jistě je lze vyučovat činnostně, ale je obtížné odpovídajícím způsobem formulovat očekávané výstupy. A právě proto, jak je snadné frontálně vysvětlit, jak a proč digitální technologie fungují, a posléze znalosti ověřit, se pracovní skupina snaží pomoci tomuto předejít formulací výstupů už na úrovni RVP. Pochopení, jak digitální technologie fungují, usnadňuje porozumění jak principům v samotné informatice (např. kódování a šifrování dat), tak i v ostatních oborech (například digitální občanství, nástroje zkoumání).

Situaci nijak neulehčuje ani to, že tento celek zároveň nejvíce souvisí s digitální kompetencí, s níž je v souvislosti s informatikou potřeba nakládat obezřetně (viz část 3.2). Problematické je také hledisko kybernetické bezpečnosti. Na jedné straně jde o nepochybně důležitou problematiku a porozumění technologiím je předpokladem poučeného chování (v kontrastu s pouhým dodržováním stanovených pravidel). Na straně druhé stojí omezený počet a rozsah očekávaných výstupů.

Právě toto omezení ale nakonec vede k odložení rozhodování o konkrétnějších vzdělávacích cílech a obsazích na později. Očekávané výstupy neumožní podrobnou specifikaci požadavků, takže výsledkem bude obecná formulace a příklady v rámci metodické podpory, podrobnější vymezení bude vypracováno až v dalších fázích práce.

4 DÍLČÍ OTÁZKY

V této části diskutujeme několik menších otázek, které se netýkají informatiky v RVP jako celku.

4.1 Úkoly z minulé revize

Někteří členové přešli z předchozí pracovní skupiny do nové, takže se některé původně odložené otázky a náměty zachovaly. Zpravidla jsou poměrně okrajové, buď přesahují do jiných oborů, nebo jdou do hloubky informatiky. Proto také do stávající verze RVP nebyly zapracovány.

Skupina zvažovala několik oblastí, ze kterých by bylo užitečné brát inspiraci v příštích revizích (i středoškolských programů). Jsou mezi nimi teorie her, problematika návrhu rozhraní počítače a člověka, neturingovské výpočetní modely (konečné automaty, rozhodovací stromy apod.), konkrétní základní algoritmy (např. řadicí, grafové), regulární výrazy, datová věda, tvorba webu nebo rekurze. Ve vztahu k těmto námětům se nic nezměnilo. K jejich osvojení většinou není prostor. Některé jsou sice zajímavé, ale ne dost užitečné pro všechny žáky, nebo aspoň jejich přiměřený počet. Řada z uvedených námětů umožňuje zajímavým způsobem rozvíjet informatické myšlení žáků. Srovnatelného efektu lze ale dosáhnout i volbou jiných témat. Sice je tedy lze k využití ve výuce doporučit, do povinného rámce nicméně spíše nepatří. Pro některé náměty se možná najde prostor ve vzdálenější budoucnosti, až budou žáci základní dovednosti běžně zvládat a zvládnutí nových konceptů jim nezabere tolik času.

4.2 Systémy a modelování

Ve stávající verzi RVP je uveden výstup „vysvětlí účel informačních systémů, které používá, identifikuje jejich jednotlivé prvky a vztahy mezi nimi“. Má vést mj. k rozvoji systémového myšlení, kdy žák uvažuje nad systémem jako nad soustavou prvků a jejich vztahů, a dovede např. předvídat,

jak se skrz vazby projeví na celém systému změna provedená na jednom prvku. Systémy se přitom v RVP zabývají systémy informační, proto byl daný výstup zařazen k nim. Nešlo ale přitom nutně o systémy informační, příslušné materiály pracují i s příklady jako mraveniště nebo potravní řetězce.

Současná pracovní skupina se kloní k tomu, že toto čistěji zapadá k modelování. Místo výstupu „*popíše konkrétní situaci, určí, co k ní již ví, a znázorní ji*“ (kterou stejně hodnotí jako málo přínosnou) proto zařadila formulaci „*znázorní konkrétní situaci na základě její analýzy a určení významných prvků a vztahů mezi nimi*“. Lépe to odpovídá původnímu záměru otevření této otázky.

Druhou změnou důležitou změnou v tematickém celku je vyjasnění role grafů. Platí, že jsou důležitým modelem. V praxi ale mnozí grafy a modely v informatice ztotožňovali. Formulace výstupu proto není zřetelně uvádí, že grafy jsou povinným druhem modelu, ale nikoliv jediným: „*modeluje situace různými způsoby, včetně grafů nebo obdobných schémat*“.

4.3 Úroveň pokročilosti očekávaných výstupů na prvním stupni

Pracovní skupina postupně identifikovala několik konkrétních výstupů, jejichž úroveň zhodnotila jako nedostatečnou. Většinou na prvním stupni. To dává to smysl, stávající RVP pro první stupeň bylo velice opatrné. Pro vyučující tehdy šlo o zcela nový obor a nebyly k dispozici dostatečné zkušenosti. Dále uvedené posuny však plynou z praktických zkušeností s výukou a některé spíše dohání skutečný stav, kdy se žáci jejich naplňování věnují často už nyní.

4.3.1 Odvozování z modelů namísto dosavadního čtení z modelů

Stávající RVP obsahuje formulaci „*vyčte informace z daného modelu*“, v níž je nyní slovo „*vyčte*“ nahrazeno slovem „*odvodí*“. Minimalistické (tedy správné) čtení stávajícího RVP totiž vystačí např. s ověřením, jestli jsou dva lidé v grafu přáteli, tedy spojeni hranou. To se ukazuje jako zbytečně jednoduché, žáci prvního stupně mohou a mají zvládnout i složitější práci s modelem. V nové, pokročilejší verzi, se proto očekává, že žák rozumí modelu a jeho struktuře natolik, aby odvodil i informace, které nejsou vidět přímo. Příkladem by bylo nalezení v nějakém smyslu nejoblíbenějšího žáka, různých provázaných skupinek, nebo určování, přes kolik lidí se dva lidé „znají“.

4.3.2 Analýza informačního systému

Přesunem rozeznávání prvků a vztahů do modelování zmizel výstup spojený s analýzou existujících informačních systémů. Ta je cenná pro digitální kompetence, ale i pro pozdější navrhování informačních systémů vlastních. Jinak by totiž byli žáci vystaveni jen příliš jednoduchým příkladům. Zvoleným řešením je zaměření na účel systému a na data v něm. Například systém objednávání obědů ve školní jídelně umožňuje žákům či rodičům jídlo objednat, kuchařkám ve správném množství připravit, správným žákům vydat a hospodářce správně na konci měsíce správně vyúčtovat. Z toho pak žáci dovozují, s jakými daty systém pracuje. V daném příkladu by systém držel například seznam strážníků, jejich objednávky a ceny obědů. Účel systému žáci podle stávajícího RVP určují na druhém stupni. Tam proto nyní přibývá hodnocení, jak dobře daný systém ten účel plní.

4.3.3 Použití a tvorba podprogramů

Stávající RVP předpokládá, že žáci podprogramy (vlastní bloky, funkce, procedury) používají, ale sami netvoří. Je to důsledkem snahy o gradaci mezi stupni a předběžné opatrnosti při prvním zavádění informatiky a programování mezi mladší žáky. Na středoškolské úrovni se hovoří o podprogramech s parametry a návratovými hodnotami, na prvním stupni naopak jen o použití podprogramů předem připravených. Z dostupných metodik a výukových prostředí ovšem plyne, že žáci jednoduché podprogramy zvládají i sami tvořit. V tomto smyslu jsme proto očekávaný výstup upravili.

5 ZÁVĚR

Revize vzdělávací oblasti informatika je součástí komplexnějšího procesu, který zdaleka není u konce. Formulace výstupů mají projít několika koly dalšího připomínkování. Paralelně probíhají práce na klíčových kompetencích a dalších částech RVP, které se do informatiky ještě promítnou.

Podobně se ještě usazuje podoba metodické podpory. Ta si vyžádá ještě značné množství práce. S řadou výstupů je navíc nespokojená i sama pracovní skupina a nadále bude hledat lepší formulace.

V článku jsme podali zprávu z průběhu revize vzdělávací oblasti informatika v RVP pro základní vzdělávání. Informatika je sice zavedena poměrně nedávno (zatím se ještě ani všude nevyučuje), RVP ale procházejí komplexní revizí, a informatice se přitom nelze vyhnout. Optika redukce šíře vs. hloubka a kvalita osvojovaných znalostí, dovedností a postojů je dobrým kritériem pro další iteraci úprav. Ukazuje se však, podle našeho mínění, jak velký deformační efekt má zúžení redukce obsahu na počet očekávaných výstupů. Základní otázka totiž nezní o kolik „odrážek“ méně v kurikulu je. Základním kritériem má být, zda formulovaný vzdělávací požadavek patří do společného základu, zda je nezbytný a v jaké hloubce a zda pomáhá rozvíjet klíčové kompetence. Paradoxně primární snaha o snížení počtu výstupů může vést ještě k většímu rozostření obsahu a tedy jeho nabobtnání.

Čtenářům jsme přiblížili, jakým způsobem vznikají formulace očekávaných výstupů, jak o nich pracovní skupina uvažuje. Uvedli jsme řadu konkrétních příkladů úprav a důvodů, které k nim vedly. Velkou výzvou, která visí ve vzduchu, je aktualizace učebních a metodických materiálů, i když pro

informatiku nebude třeba tak velká. Od úplně prvních „vlastovek“, které vznikly v rámci projektu PRIM, se formulace výstupů přeci jen změnily a ještě mírně změní.

Děkujeme členům tvůrčí pracovní skupiny pro vzdělávací oblast informatika za podnětnou spolupráci, která kromě zkvalitnění výuky informatiky přispěla i ke vzniku tohoto článku.

6 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] VANÍČEK, J. a ČERNOCHOVÁ, M. Didaktika informatiky na startu. In: STUHLÍKOVÁ, I. a JANÍK, T., editors, *Oborové didaktiky v České republice: stav, vývoj a perspektivy*, kapitola 6, s. 159–188. Brno: Nakladatelství Masarykovy univerzity, 2015. ISBN 978-80-210-7884-0.
- [2] BOCCONI, S. a kol. *Developing Computational Thinking in Compulsory Education – Implications for policy and practice*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, Joint Research Centre, European Commission, 2016.
- [3] GUZDIAL, M. *Learner-Centered Design of Computing Education: Research on Computing for Everyone*. Morgan & Claypool, synthesis edition, 2016. ISBN 978-1-62705-351-8.
- [4] MŠMT. *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 2014.
- [5] MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Online. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/> [cit. 18. 12. 2023].
- [6] NPI. *Web k ICT revizím v základním vzdělávání*. Online. Dostupné z: <https://revize.edu.cz/> [cit. 18. 12. 2023].
- [7] LESSNER, D. Analýza významu pojmu „Computational Thinking“. *Journal of Technology and Information Education*. Olomouc: 2014, 6(1), s. 71–88.
- [8] MŠMT. *Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+*. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030> [cit. 18. 12. 2023].
- [9] BERKI, J., DVOŘÁK, D., CHVÁL, M., JITERSKÝ, J., KUBA, T., PAVLAS, T., STRAKOVÁ, J., ŠTEFFL, O., UBR, K. a VESELÝ, A. *Zadání pro NPI ČR. Revize Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání*. Online. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 2023. Dostupné z: <https://velke-revize-zv.rvp.cz/files/iii-zadani-pro-npi-230131-final.pdf> [cit. 18. 12. 2023].
- [10] TEDRE, M. Computational Thinking 2.0. *Proceedings of the 17th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '22)*. New York: Association for Computing Machinery, 2022. S. 1–2.

Sestavy bobřích úloh jako pomůcka učitele pro výuku informatiky

Bebras tasks sets as a teacher's helper for computer science education

Jiří Vaníček

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Jeronýmova 10, 37115 České Budějovice
vanicek@pf.jcu.cz

EXTENDED ABSTRACT

In the article, we present a new option for using competition questions from the archive of the Bobřík Informatics competition as tasks for teaching in computer science classes. Bebras challenge is an IT competition, organized in about 60 countries of the world with many years of tradition. Competition tasks have great potential for developing students' IT thinking and computer fluency, and there are more than 1,670 of them in the competition archives, but their targeted use was hindered by their arrangement in thematically balanced tests, in which it is difficult to find a specific task that fulfills the teacher's specific educational goal or topic .

The basis of the technical solution was to assign a URL to each individual task, so that each task can be run independently on the web. The second step was to classify the tasks according to several criteria, namely according to the thematic area of informatics [6], according to the component of informatics thinking that it develops, according to the topic of the compulsory national curriculum and the age of the pupil. Adding these tags to all the jobs in the archive was a lot of painstaking work. The third step was the creation of a user interface that will allow you to search for tasks, create reports from them and run individual tasks from them.

In the Sestav environment, a registered user can filter or search for suitable beaver tasks for his teaching, which he presents to his students individually, e.g. to discuss the correct solution or for group work. Because the tasks include a passage explaining why the task is computer science and adding a computer science context to the task, they can also be used to educate teachers or more advanced students.

The article presents a detailed methodology for teachers on how to work with assemblies with an emphasis on an active student who thinks, discusses and argues. The teacher's role is more of moderation, the teacher is not the one who presents the correct solution. Finding consensus on the solution to the problem in the whole classroom is preferred over presenting a sample solution from the database.

We have reduced the risk that less experienced teachers will not be able to compile high-quality reports by themselves by creating a so-called recommended set of tasks for each thematic unit of RVP. 19 such recommended sets were created.

The first year of operation of this service of the ibobr.cz server showed that many teachers use this option. This is indicated both by the results of a questionnaire among teachers and by the number of reports created by teachers in the database. E.g. almost half of users created more than one set of tasks (see Fig. 6) and 22% of the IT teachers interviewed stated that they created or used a set in their teaching.

Keywords

Computer science education, curriculum, teacher's helper, Bebras challenge, primary school, secondary school.

ABSTRAKT

V článku představujeme novou možnost, jak využít soutěžní otázky z archivu soutěže Bobřík informatiky jako úlohy k výuce při hodinách informatiky. Učitel si pro svoji výuku může vyfiltrovat či vyhledat vhodné úlohy, které při výuce svým žákům předkládá jednotlivě např. k diskusi nad správným řešením nebo ke skupinové práci. Na rozdíl od soutěžních testů sestavy mohou být seskládány podle tématu a s různou obtížností. Učitel může také využít tzv. doporučené sestavy, vytvořené odborníky na didaktiku informatiky ke každému tematickému celku RVP.

První rok provozu této služby serveru ibobr.cz ukázal, že řada učitelů této možnosti využívá. Poukazují na to jednak výsledky dotazníku mezi učiteli, jednak počty vytvořených sestav učiteli v databázi.

Klíčová slova

Výuka informatiky, kurikulum, učební pomůcka, Bobřík informatiky, základní škola, střední škola.

1 POTENCIÁL POUŽITÝCH SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

Jednou z cest rozvíjení informatického myšlení je již po řadu let školní soutěž Bebras Challenge [1]. Situační úlohy používané v české verzi soutěže Bobřík informatiky (www.ibobr.cz) jsou zaměřeny na konkrétní informatický koncept nebo téma a je tedy možné je používat i při výuce těchto konceptů v odpovídajícím tematickém celku. Nabízí se možnost tyto úlohy využít i mimo soutěžení. Řadu let tuto funkci naplňoval archiv úloh, který funguje v některých zemích jako online test, např.

- <https://www.ibobr.cz/test/archiv/>,
- http://demo.ibobor.sk/sutaz_demo/,
- <https://concours.castor-informatique.fr>, menu S'entraîner
- https://www.bebas.uk/index.php?action=user_competitions

V jiných zemích existuje obdoba archivu ve formě seznamu použitých úloh v pdf, např.

- <https://bwinf.de/biber/archiv/aufgabensammlung/>
- <https://www.informatik-biber.ch/aufgabensammlung/>

Zadání	Řešení	Věk	Typy
Hasičské slavnosti	Řešení	6. - 7. ZŠ	Data, datové struktury a reprezentace Abstrakce Modely
Linky metra	Řešení	4. - 5. ZŠ	Modely
Tramvajové linky	Řešení	6. - 7. ZŠ	Algoritmizace Modely
Mapa jako graf	Řešení	8. - 9. ZŠ	Data, datové struktury a reprezentace Generalizace Modely
Cyklovýlet	Řešení	8. - 9. ZŠ	Kódování Modely
Ukládání fotografií	Řešení	6. - 7. ZŠ	Modely
Cloudové řešení ve firmě	Řešení	8. - 9. ZŠ	Komunikace a síť Testování chyb Informace Modely
Nindža	Řešení	8. - 9. ZŠ	Data, datové struktury a reprezentace Abstrakce Modely
Lod' v soutěse	Řešení	8. - 9. ZŠ	Data, datové struktury a reprezentace Abstrakce Evaluace Modely
Rodokmen mužů	Řešení	6. - 7. ZŠ	Modely
Rodokmen mužů - složky	Řešení	8. - 9. ZŠ	Modely

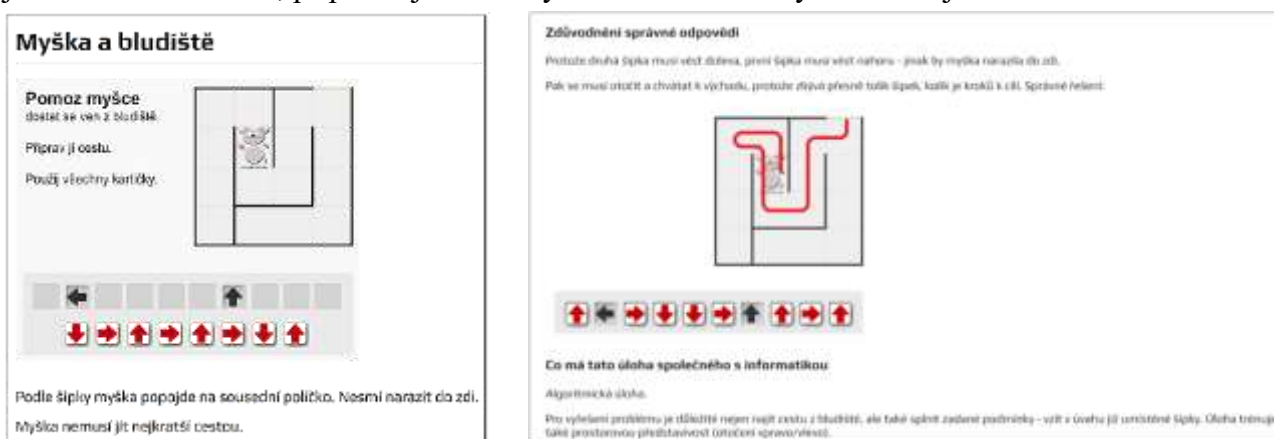
Obrázek 1: Vzhled konkrétní sestavy úloh na téma „Modelování na ZŠ“

Nevýhodou těchto testů je, že obsahují sady úloh, které jsou napříč různými tématy záměrně vyvažovány, aby test nebyl jednostranný. V takových sadách úloh je obtížné a pracné najít úlohu nebo sadu úloh na konkrétní téma a připravit si je do výuky.

Nápad poskytnout učitelům jednotlivé soutěžní úlohy do výuky pomocí nějakého online systému není originální, je inspirován ze Slovenska, kde před cca 10 lety existoval koncept Bobrovo [2, 3, 4]. V současnosti podle jeho autorů již není provozován. Z ostatních zemí, v nichž je soutěž Bebras organizována, jiný takový příklad neznáme.

2 SESTAVY BOBŘÍCH ÚLOH

Sestava úloh je seznam vybraných úloh s odkazy na jejich zadání a řešení. Na obrázku 1 je vidět náhled na typickou sestavu, každý řádek představuje jednu úlohu. V něm je odkaz na stránku se zadáním úlohy, odkaz na stránku s vzorovým řešením úlohy, věk žáka, pro který byla úloha použita v soutěži, a tagy, přiřazující úlohu k položkám vyhledávání (o těch budeme hovořit níže). Zadání otázky, na které vede odkaz, se chová stejně jako při soutěži, např. interaktivní otázky v soutěži jsou i zde interaktivní. Odkaz k řešení vede ke zdůvodnění správného řešení a k pasáži vysvětlující, proč je úloha informatická, případně jaké složky informatického myšlení rozvíjí.



Obrázek 2: zadání úlohy ze sestavy (vlevo) a zdůvodnění správného řešení (vpravo)

Uživatel si vytváří sestavu výběrem úloh z databáze soutěže a jejich přiřazením k některé své sestavě, kterou si ukládá. Po přihlášení pak může sestavu zobrazit a z ní jednotlivé úlohy spouštět.

Sestavy je nejvhodnější používat při frontální výuce, pokud je vedena metodou diskuse. Učitel vybírá buď zadání, nebo řešení jednotlivých úloh, a promítá je na projekci před třídou. Žáci ve skupinách přemýšlí o správném řešení a poté třída jako celek diskutuje o jejich správnosti. Rozvíjí se tím spolupráce ve skupině, schopnost argumentovat a vnímat řešení předkládané někým jiným. Cílem je, aby se žáci dokázali sami navzájem přesvědčit, která odpověď je správná; aby správné řešení nemusel sdělovat učitel. Správná řešení tedy slouží spíše při přípravě učitele na výuku pro to, aby znal argumentaci vedoucí k správnému řešení a aby diskusi ve třídě dokázal vést vhodným směrem. V případě nutnosti učitel správné řešení může též promítnout, zvláště tehdy, je-li řešení grafické nebo složitější na popsání, případně pokud v řešení je obrázek nebo graf, usnadňující vysvětlení správného postupu k řešení.

Učitel také může nabídnout žákům více úloh ze sestavy k samostatné práci, např. v podobě sady odkazů na jednotlivé úlohy; musí však počítat s omezeními. Sestavy nefungují jako test: žákům se řešení neukládají do databáze, nemají zpětnou vazbu o správnosti jejich řešení. Z úloh v sestavě učitel nemůže vytvořit vlastní bobří test. Touto cestou nechceme jít ani do budoucna, obáváme se, že takové testy budou jednak ne vždy kvalitně sestaveny, jednak hrozí, že budou zneužity ke klasifikaci žáků tím, že si učitel udělá z Bobříka informatiky snadné „písemky“.

3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ SESTAV

Základem pro technické řešení sestav úloh je, že každá soutěžní otázka Bobříka informatiky má unikátní URL, což umožňuje nezávisle na webu soutěže nebo soutěžní aplikaci zobrazit ji na samostatné webové stránce.

Druhým počinem, který umožnil vyhledávání úloh v databázi, bylo typizování úloh. Bobří úlohy v mezinárodní databázi jsou přiřazovány do tříd podle oblasti informatiky (nebo více oblastí), ke které svým tématem přináležejí. Toto třídění, původně podle Dagiené a Futscheka [5, s. 21] bylo později modifikováno a používá se dodnes k základní klasifikaci soutěžních úloh [6, s. 36]. I když vedle tohoto třídění existují další tematická třídění, např. Kalaš a Tomcsányiová [7], my se držíme oficiálního třídění této soutěže, které přebíráme.

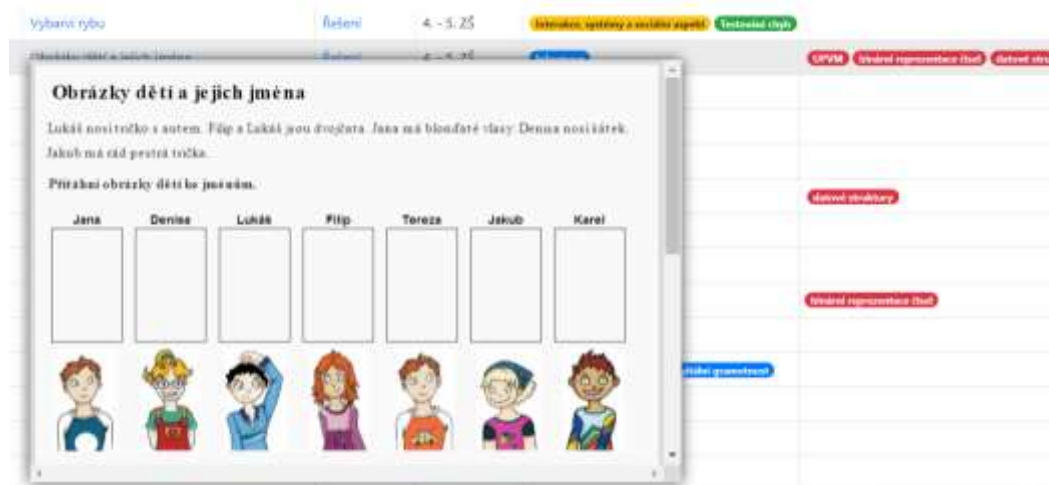
V [6] se nabízí další druh třídění bobřích úloh podle složek informatického myšlení, které nás inspirovalo, i když nepoužíváme stejné položky; některé jsme upravili nebo přidali. Vedle toho jsme zavedli ještě jedno vlastní třídění podle tematických okruhů vzdělávací oblasti informatika aktuálního Rámcového vzdělávacího programu pro základní školy [8]. Každá ze soutěžních úloh byla tak opatřena několika tagy danými čtyřmi kritérii, dle nichž může být vyhledána v databázi úloh:

- oblasti oboru informatika,
- složky informatického myšlení,
- tematické celky RVP
- věk žáka (podle soutěžních kategorií)

Oblasti informatiky	Složky inf. myšlení	Témata RVP
Algoritmy a programování	Abstrakce	Algoritmizace
Data, datové struktury a reprezentace	Návrh algoritmu	Digitální gramotnost
Procesy v PC a hardware	Dekompozice	Informace
Komunikace a sítě	Evaluace	Kódování
Interakce, systémy a sociální aspekt	Generalizace	Modely
	Hledání vzorů	Programování
	Predikce	Reprezentace dat
	Testování chyb	Šifrování
		Informační systémy
		Digitální technologie

Obrázek 3: Kategorie třídění bobřích úloh pro sestavy

Samotné doplnění těchto tagů u soutěžních úloh z 15 ročníků soutěže, jichž je v databázi aktuálně více než 1670, znamenalo spoustu práce. Navíc u řady úloh je jejich zařazení do některé z kategorií diskutabilní nebo ne zcela přímé. Snažili jsme se tedy přiřazovat úlohy k jednotlivým kategoriím tak, aby byly učiteli užitečné.



Obrázek 4: Náhledy úloh při vytváření sestavy

Sestavy může využívat každý učitel, který se registruje na stránce soutěže. Příprava sestav spočívá ve výběru úloh. Softwarové prostředí umožňuje vybírat a filtrovat ze všech dostupných úloh, použitých v soutěžních nebo přípravných testech během 15leté historie soutěže. Prohlížení poskytuje okamžitý náhled na úlohu (obr. 4) a po kliknutí na odkaz uživatel může úlohu přehrát, pročíst, vyzkoušet. Vybrané úlohy uživatel přiřazuje do svých sestav. U každé úlohy pak učitel vidí, zda ji má k některým svým sestavám přiřazenou (červený tag na obr. 4 vpravo).

4 METODICKÉ POZNÁMKY PRO UČITELE K POUŽITÍ SESTAV

Zkušenosti z provozu sestav nás vedly k sestavení metodických rad učiteli, jak vést výuku s těmito úlohami. Zde je představujeme:

Do běžné výuky je vhodné vybírat otázky pro poněkud nižší věk žáka (v originále jde o soutěžní úlohy, jsou tedy trochu těžší než základní úlohy pro běžného žáka) nebo pro stejný věk žáka (protože zde nepracuje s úlohou jeden žák, ale skupina nebo celá třída najednou, a má-li vzniknout vhodná atmosféra pro diskusi, úlohy nemohou být příliš jednoduché).

Učitel též může odkazy na úlohy poskytnout žákům, kteří si úlohy zobrazí ve svém počítači, odpovídají na ně a individuálně si kontrolují řešení. Lze tak výuku se sestavami za určitých podmínek individualizovat, i když hlavním smyslem využívání sestav je právě diskuse, argumentování ve třídě, před zraky a za moderování učitele.

Vzorový průběh diskusní výukovou aktivitou za použití sestav může vypadat takto:

1. Učitel vybere ze sestavy vhodnou úlohu a promítne ji na projekci před třídou.
2. Úkoluje žáky, aby se ve dvojicích nebo skupinkách snažili přijít na řešení úlohy. Mohou použít papír pro poznámky, mohou se spolu radit, své řešení si mohou poznamenat. Žáci dostanou čas na promyšlení odpovědi. Rychlejší žáci dostanou za úkol zformulovat své myšlenky, jak zdůvodnit ostatním své řešení.
3. Učitel řídí diskusi, před celou třídou se ptá na správný výsledek; reprezentanti skupin (ti, které vybere učitel, nebo dobrovolníci) odpovídají. Učitel neříká, která odpověď je správná, ale moderuje diskusi: vyvolává další a další žáky, a to i poté, kdy někdo správnou odpověď řekl.
4. Ve chvíli, kdy se objeví více různých odpovědí, učitel požádá žáky ze skupin zastávajících různé názory, aby své řešení zdůvodnili, přesvědčili ostatní žáky. Tato fáze končí tehdy, když protivníci sami uznají jedno řešení za správné, uvědomí si, v čem udělali chybu.
5. Pokud argumentace nevede ke konci (žáci trvají na svých stanoviscích, nedokáží se sami navzájem přesvědčit), učitel může zobrazit řešení úlohy se zdůvodněním. Toto řešení může dle svého uvážení zobrazit i tehdy, kdy se třída na správném řešení shodne, pokud takové řešení ukazuje nový způsob zdůvodnění, jinou myšlenku. Třída řešení společně čte, učitel případně vysvětlí.

5 DOPORUČENÉ SESTAVY

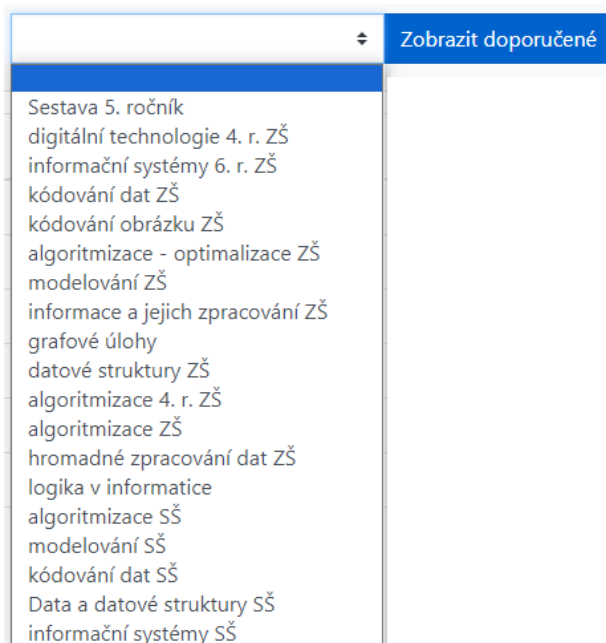
Učitel, který není zblhlý ve vytváření sestav, v hledání a filtrování úloh, může mít potíže vytvořit si nějaké rozumně použitelné sestavy, které naplní jeho vzdělávací cíle. Proto jsme vytvořili tzv. doporučené sestavy, které jsou každému uživateli nabízeny a do nichž úlohy vybrali odborníci, didaktici, organizátoři soutěže Bobřík informatiky. Těchto sestav bylo doposud vytvořeno 19.

U doporučených sestav se učitel může spolehnout na kvalitu vybraných úloh a také na jejich přiřazení k jednotlivým tematickým celkům a k danému stupni školy.

Tabulka 1: Propojení doporučených sestav s tématy RVP ZV

Téma RVP	Název sestavy	Popis sestavy
Algoritmizace a programování	Algoritmizace ZŠ	Úlohy na nalezení a kontrolu správnosti algoritmu, na vykonání činnosti podle algoritmu. 2. st. ZŠ.

	Algoritmizace 4. r. ZŠ	Úlohy na vykonání činnosti podle algoritmu, na nalezení algoritmu, 1. st. ZŠ
	Algoritmizace – optimalizace ZŠ	Optimalizační úlohy, nalezení nejlepšího, nejkratšího řešení
Data a informace	Informace a jejich zpracování ZŠ	Využití informace, porozumění informaci v daném kontextu, přechod z jedné reprezentace dat do jiné
	Kódování dat ZŠ	Kódování textu, kódování dat, šifrování, přenos dat
	Kódování obrázku ZŠ	Kódování rastrového obrázku, digitalizace
	Datové struktury ZŠ	Úlohy na strukturování dat, seznam, tabulka, fronta, zásobník
Modelování pomocí schémat	Modelování ZŠ	Vytváření a použití grafů a schémat, posouzení vhodnosti modelu pro danou situaci
	Grafové úlohy	Řešení úloh s grafem, použití postupů a algoritmů pro práci s grafem, automaty
Informační systémy	Informační systémy 6. r. ZŠ	Práce s informačním systémem, hledání chyb v IS, úroveň spíše pro 2. st. ZŠ
	Hromadné zpracování dat ZŠ	Úlohy o automatických výpočtech, tabulkový procesor, databázové úlohy
Digitální technologie	Digitální technologie 4. r. ZŠ	ovládání počítače, psaní textu, kreslení obrázku, základy hw, sw
Další témata	Logika v informatice	Logické úlohy, logické operace s daty
	Binární reprezentace dat	Dvojková soustava, úlohy s použitím dvojkové soustavy, reprezentace dat pomocí dvojkové soustavy

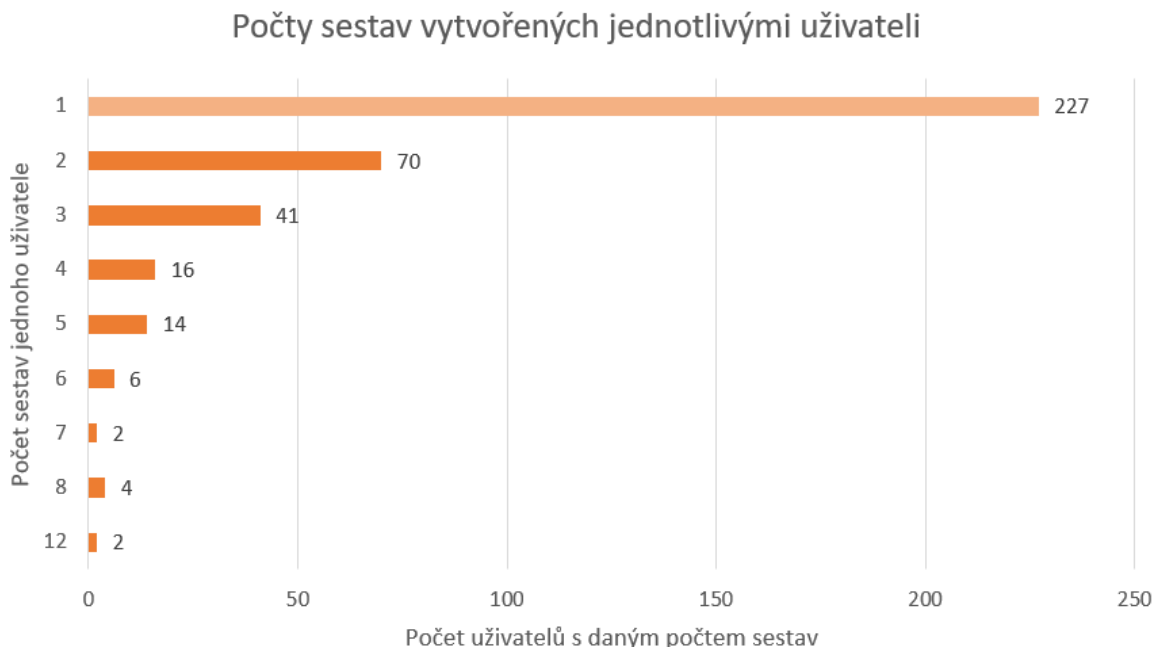


Obrázek 5: Aktuální seznam doporučených sestav

6 VYUŽÍVÁNÍ SESTAV UČITELI

Sestavy byly v první verzi poprvé nasazeny do zkušebního provozu na podzim r. 2021 a od podzimu roku 2022 běží. Máme nyní tedy možnost vyhodnotit jejich fungování po roce řádného provozu.

I když náš systém neviduje, kolik učitelů se registrovalo speciálně kvůli sestavám (protože stejný způsob přihlašování používají i školní koordinátoři soutěže), ani kolik učitelů použilo doporučené sestavy, můžeme sledovat, kolik učitelů si zkusilo vytvářet svoje vlastní sestavy. Tyto údaje zobrazuje graf na obr. 6.



Obrázek 6: Graf počtu sestav vytvořených uživateli

Z grafu je patrné, že aspoň jednu svoji sestavu si vytvořilo více než 380 uživatelů. Více než jednu sestavu (kterou mohli vytvářet na zkoušku), si vytvořilo 155 uživatelů. 44 z nich si vytvořilo čtyři nebo více sestav a najdeme i učitele, kteří vytvořili více než 10 sestav. Můžeme tak říci, že si sestavy našly u části učitelů své místo.



Obrázek 7: Graf velikostí uživatelských sestav

V grafu na obrázku 7 můžeme sledovat rozložení velikostí sestav, tedy počtu úloh v jednotlivých uživatelských sestavách. Výšky sloupce představuje, kolik uživatelů si vytvořilo sestavu o daném počtu úloh. Z grafu jsou patrné tři skupiny sestav: sestavy obsahující málo úloh (do čtyř úloh), ty vytvářelo nejvíce uživatelů (ke konkrétnímu počtu úloh vždy více než 40). Druhou skupinou jsou sestavy s 5 až 10 úlohami (více než 15 uživatelů u každé z těchto velikostí). Třetí skupina obsahuje sestavy s více než 10 úlohami a takových sestav již méně; ovšem najdou se sestavy, obsahující více než 40 úloh. Je vidět, že zde již najdeme nemalou skupinu uživatelů, kteří vytvářejí rozsáhlejší sestavy úloh.



Obrázek 8: Výsledky dotazníku mezi učiteli – otázka „Využili jste sestavy bobříků úloh?“

Zjišťovali jsme také, které úlohy jsou mezi učiteli nejpobulárnější, které si nejčastěji vybírají do sestav. Zde vítězily úlohy, které se implicitně zobrazovaly ihned po přihlášení k sestavám. Z toho vyplývá, že řada sestav sloužila pro seznámení učitelů s tím, jak se sestavuje, a že učitelé primárně nefiltrovali úlohy nebo měli s filtrováním úloh potíže. Z toho důvodu se jeví vytvoření doporučených sestav jako užitečná služba; předpokládáme, že vytváření vlastních sestav bude využíváno spíše pokročilejšími uživateli.

V prosinci 2022 jsme se dotázali učitelů – koordinátorů soutěže Bobřík informatiky, zda zaznamenali a zda využili tuto novou platformu pro svoji výuku. Z grafu vyplývá, že téměř tři čtvrtiny z 201 respondentů použily nebo plánují tyto sestavy použít.

7 ZÁVĚR

Sestavy soutěžních úloh poskytují učitelům nástroj do výuky, jak si připravit vyučování z prověřených úloh k řadě témat školní informatiky. Z dosavadního provozu se jeví, že doporučené sestavy jsou užitečnou funkcí, která učitelům poskytne kvalitní materiál pro výuku a učitel, který s novou informatikou začíná, dá oporu k získání přehledu, jak je učivo nové informatiky strukturováno a jak si pod jednotlivými tématy a očekávanými výstupy představit konkrétní úlohy a aktivity pro žáky. Bude tak využita i další součást bobříků úloh, tedy vysvětlení, co má daná úloha společného s informatikou, případně v čem rozvíjí inforatické myšlení.

Kromě popularizační práce nás nadále čeká procházení již vytvořených úloh a zpřesňování jejich typizace včetně argumentace, stejně tak ladění doporučených sestav včetně vytváření některých nových. Patrně bude také potřeba vylepšit prostředí sestav, aby bylo více intuitivní při hledání konkrétních úloh.

8 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] DAGIENĚ, Valentina. The Bebras Contest on Informatics and Computer Literacy – Students Drive to Science Education. In *Joint Open and Working IFIP Conference, ICT and Learning for the Net Generation*, 2008. p. 214–223.

- [2] BEZÁKOVÁ, Daniela, Andrea HRUŠECKÁ a Roman HRUŠECKÝ. Using Bobrovo environment by teachers and their students. *Information and Communication Technology in Education 2013*. Ostrava: University of Ostrava, 2013, 47–56. ISBN 978-80-7464-324-8.
- [3] TOMCSÁNYIOVÁ, Monika. Metodika používania prostredia Bobrovo. *Matematika, informatika, fyzika* 21 (38), 2012, 27–34. ISSN 1335-7794.
- [4] BEZÁKOVÁ, Daniela, Andrea HRUŠECKÁ a Roman HRUŠECKÝ. Využívanie prostredia Bobrovo a jeho nové možnosti. *DidInfo 2013*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 2013, 40–46. ISBN 978-80-557-0527-9.
- [5] DAGIENĚ, Valentina a Gerald FUTSCHEK. Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks. In: R. T. Mittermeir, M. M. Syslo (Eds.), *Lect. Notes in Computer Science, vol. 5090. Informatics Education – Supporting Computational Thinking*, 2008, 19–30.
- [6] DAGIENĚ, Valentina, Sue SENTANCE a Gabriele STUPURIENĚ. Developing a Two-Dimensional Categorization System for Educational Tasks in Informatics. *Informatika* 28(1), 2017, 23–44. DOI: 10.15388/Informatika.2017.119.
- [7] KALAŠ, Ivan a Monika TOMCSÁNYIOVÁ. Students' Attitude to Programming in Modern Informatics. *Informática na Educação: teoria & prática*, 12(1), 2009, 127–135.
- [8] MŠMT. Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (Frame educational programme for basic education). MŠMT, Praha (2021). https://www.msmt.cz/file/54860_1_1, accessed 9 June 2021.

Soutěžit sám nebo ve dvojici? Aneb jak si vedly dvojice žáků v soutěži Bobřík informatiky

Competing alone or in pairs? How pairs of pupils did in the Bebras Challenge

Václav Šimandl, Václav Dobiáš

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice
simandl@pf.jcu.cz, dobias@pf.jcu.cz

EXTENDED ABSTRACT

The paper deals with pairs of pupils in the Bebras challenge. We conducted quantitative research to map the extent and outcomes of the use of pair problem solving in the Bebras challenge at primary school and the beginning of lower secondary school. The aim of the research was not only to determine the proportion of pupils competing in pairs, but also to compare the results of pupils who competed this way with those who solved problems on their own.

As respondents, we included pupils who competed in categories supporting pairs in 2021 to 2023. In the contest, there are two such categories which are intended for pupils from Year 3 to Year 6. In total, we included 159 750 contestants, of which 14 420 competed in pairs. In addition, we also conducted a questionnaire survey among school contest coordinators.

The results show that at least four-fifths of schools did not allow pupils to compete in pairs and that the proportion of these schools increased as the age of pupils increased. The proportion of pupils competing in pairs decreased as the age of pupils increased.

Our results show a clear predominance of gender homogeneous pairs compared to heterogeneous pairs. The proportion of pairs consisting of two girls was approximately the same as the proportion of pairs consisting of two boys. There is a trend of decreasing proportion of heterogeneous pairs as the age of pupils increases.

Pairs performed better than individuals in the contest. On average, pairs scored 6% higher than individuals. This was affected by a higher success rate in answering the tasks that contestants decided to answer. In most cases, we also observed a higher number of tasks answered by pairs compared to individuals. Cases in which pairs and individuals answered the same number of tasks are linked by the earlier year of the contest. This would indicate an inter-annual trend of improving performance of pairs compared to individuals as teachers gain experience with collaborative learning.

In the questionnaire survey, two-thirds of teachers admitted that they did not intentionally allow their pupils to compete in pairs, or stated that there was no interest among their pupils. No teacher chose the option of making pupils compete in pairs because he/she supports this way of teaching. A quarter of teachers reported that they allowed pupils who were interested to compete in pairs.

Our research contributes to the understanding of how informatics teachers approach solving of informatics tasks in pairs. It also confirms the higher success rate of pairs in solving such tasks compared to individuals. Unlike many other researches, it does not only focus on programming but also considers other areas of informatics. The results of the research may be useful for educators of pre-service and in-service informatics teachers as well as authors of informatics textbooks. It provides them not only with evidence of the benefits of pair learning, but also with evidence of the need to motivate informatics teachers to integrate this approach into their teaching.

Keywords

Bebras challenge, pair problem solving, teaching informatics, primary school.

ABSTRAKT

Príspevek se zabýva súťažím dvojíc žáků v súťaži Bobřík informatiky. Realizovali jsme kvantitativní výzkum, jehož cílem bylo zmapovat rozsah a výsledky využití párového řešení úloh v rámci soutěže Bobřík informatiky na 1. stupni a na počátku 2. stupně základní školy. Do výzkumu jsme jako respondenty zahrnuli žáky, kteří soutěžili v letech 2021 až 2023 v kategoriích podporujících účast dvojic. Celkem jsme do výzkumu zahrnuli 159 750 žáků, z toho 14 420 soutěžilo ve dvojicích. Kromě toho jsme také provedli dotazníkové šetření mezi školními koordinátory soutěže.

Z výsledků vyplývá, že ve sledovaných letech nejméně čtyři pětiny škol neumožňovaly soutěžení žáků ve dvojicích a že podíl těchto škol se s rostoucím věkem žáků zvyšoval. S rostoucím věkem žáků klesal podíl žáků soutěžících ve dvojicích. Naše výsledky dále ukazují na trend snižujícího se zastoupení genderově heterogenních dvojic s rostoucím věkem žáků. Dvojice dosahovaly v soutěži lepších výsledků než jednotlivci. K tomu přispěla vyšší úspěšnost při zodpovídání úloh, na které se soutěžící rozhodli odpovědět. Ve většině případů jsme pozorovali také vyšší počet úloh, na které odpověděly dvojice v porovnání s jednotlivci. Výsledky výzkumu mohou být užitečné pro pedagogy připravující budoucí učitele informatiky, lektory dalšího vzdělávání učitelů informatiky a autory učebnic informatiky. Poskytuje jim totiž nejen důkazy o přínosu párového učení, ale také doklady o potřebě motivovat české učitele informatiky k jeho využití.

Klíčová slova

Bobřík informatika, párové řešení problémů, výuka informatiky, 1. stupeň základní školy.

1 ÚVOD

V kognitivní teorii mnoho studií naznačuje, že spolupráce mezi vrstevníky zlepšuje učení. To platí mimo jiné v oblasti vzdělávání STEM, kde je několik často využívaných přístupů. Příkladem budiž kolaborativní a problémové učení založené na tomto předpokladu [1]. V oblasti výuky informatiky je především popsána výuka programování v párech. Taková výuka u žáků výrazně rozvíjí jejich úroveň informatického myšlení [2] a zároveň to může být velmi perspektivní způsob výuky dívek, které často preferují práci ve dvojicích [3]. Naopak v jiné studii byla u dívek pozorována nižší úroveň kolaborativního chování, jako je poskytování a přijímání zpětné vazby a pomoc ostatním partnerům [4]. Programování ve dvojicích přináší lepší výsledky pro začátečníky ve srovnání s programováním v roli jednotlivce [5] a ukazuje se, že mezi chlapci a dívkami nejsou rozdíly v úspěšnosti [5]. Nevýhodu výuky programování ve dvojicích lze spatřovat v delším čase potřebném k dokončení úloh [3].

Někteří autoři učebnic a učebních materiálů zaměřených na programování doporučují využít párové či kolaborativní učení ve výuce [6, 7, 8]. K tomu přispěly kromě výše uvedených studií i četné výzkumy párového programování v textových programovacích jazycích [9, 10, 11, 12]. Metastudie zaměřená na výuku vysokoškolských studentů shrnuje, že párové programování je efektivní, když oba studenti mají podobné schopnosti a motivaci [11]. Studenti ve dvojicích obvykle dokončí zadané úkoly za kratší dobu než samostatní studenti [11] a vykazují větší spokojenost při použití párového programování ve srovnání s individuální prací [11]. Jiné výzkumy se zabývaly využitím párového přístupu v praxi profesionálních programátorů. Ačkoliv u složitějších úkolů nedošlo k významným rozdílům v čase potřebném k řešení úloh, byl zaznamenán nárůst podílu správných řešení oproti jednotlivcům [12]. Příčinou kromě jiného může být, že členové dvojic oproti jednotlivcům vyvíjeli při řešení úkolu podstatně větší úsilí [9, 12].

2 MOTIVACE A CÍL VÝZKUMU

Přínos párového a kolaborativního učení je v literatuře poměrně dobře popsán a učitelé informatiky jsou k tomuto přístupu prostřednictvím učebnic informatiky motivováni, avšak není zřejmý rozsah

a výsledky jeho využití při výuce informatiky. Rozhodli jsme se proto realizovat výzkum, který by přispěl k objasnění těchto otázek.

Cílem našeho výzkumu bylo zmapovat rozsah a výsledky využití párového řešení úloh v rámci soutěže Bobřík informatiky na 1. stupni a na počátku 2. stupně základní školy. Výstupem výzkumu tedy nemělo být pouze stanovení podílu žáků soutěžících ve dvojicích, ale taktéž porovnání výsledků takto soutěžících žáků s těmi, kteří řešili úlohy samostatně. Na základě výše uvedeného cíle výzkumu jsme stanovili následující výzkumné otázky:

- RQ1: Jaký je podíl škol preferujících / umožňujících / neumožňujících soutěžení žáků ve dvojicích?
- RQ2: Jaké je zastoupení dvojic mezi soutěžícími?
- RQ3: Jaký je poměr genderově homogenních a heterogenních dvojic v soutěži?
- RQ4: Jakých výsledků dosahují soutěžní dvojice oproti jednotlivcům?
- RQ5: Jaký je postoj učitelů informatiky k soutěžení žáků ve dvojicích?

3 SBĚR DAT A ANALÝZA DAT

Pro naplnění cílů výzkumu jsme využili data získaná ze systému soutěže Bobřík informatiky [13]. V rámci této soutěže mohou ve vybraných věkových kategoriích soutěžit nejen jednotlivci, ale také dvojice žáků. V ročnících 2021 a 2022 toto bylo možné pouze v kategorii Mini, která byla určena pro žáky 4. a 5. ročníku základních škol. V ročníku 2023 bylo soutěžení dvojic možné v kategorii Mini, která byla nově určena pro 3. a 4. ročník ZŠ, a v kategorii Benjamin, která byla nově cílena na 5. a 6. ročník ZŠ.

Využili jsme výzkumný vzorek, který tvořili všichni účastníci soutěže Bobřík informatiky ve výše uvedených letech a kategoriích. Abychom zajistili integritu dat, z výzkumu jsme vyloučili soutěžící, kteří byli vyškrtnuti školními koordinátory soutěže; kteří soutěžní test nedokončili; a kteří soutěžili méně než 5 minut. Celkem jsme do výzkumu zahrnuli 159 750 žáků, z toho 14 420 soutěžilo ve dvojicích; konkrétní počty pro jednotlivé věkové třídy (ročníku školy) a roky soutěže jsou uvedeny v Tabulce 1.

Tabulka 1: Počty soutěžících podle věkové třídy (ročníku školy) a roku soutěže

	2021		2022		2023	
	Jednotlivci	Ve dvojici	Jednotlivci	Ve dvojici	Jednotlivci	Ve dvojici
3. ročník ZŠ	-	-	-	-	3582	580
4. ročník ZŠ	7179	858	17218	3588	23043	2940
5. ročník ZŠ	14580	1254	24393	2406	25082	2332
6. ročník ZŠ	-	-	-	-	30253	1462

Definovali jsme tři typy škol podle zastoupení soutěžních dvojic na dané škole v určité věkové třídě (ročníku školy) v určitém roce soutěže:

- Školy preferující soutěžení ve dvojicích. Na těchto školách v dané věkové třídě v daném roce soutěžilo více dvojic než jednotlivců (tedy nejméně dvě třetiny žáků soutěžily ve dvojicích).
- Školy neumožňující soutěžení ve dvojicích. Na těchto školách v dané věkové třídě v daném roce nesoutěžila ani jedna dvojice (jednotlivci však ano).
- Školy umožňující soutěžení ve dvojicích. Na těchto školách v dané věkové třídě v daném roce soutěžila směsice dvojic a jednotlivců, kdy dvojic byla menšina oproti jednotlivcům.

Respondenty v každé věkové třídě v každém roce jsme následně rozdělili do skupin podle toho, jaký typ školy podle zastoupení dvojic navštěvují. Do analýzy dat pro zodpovězení RQ4 jsme zahrnuli:

- Dvojice navštěvující školy preferující soutěžení ve dvojicích, kde bylo dvojic alespoň 7.
- Jednotlivce ze škol neumožňujících soutěžení ve dvojicích, kde jednotlivců soutěžilo alespoň 14.

Ostatní respondenty jsme do analýzy dat pro RQ4 nezahrnuli kvůli riziku negativního ovlivnění kvality výzkumu:

- Jednotlivce i dvojice ze škol s malým počtem soutěžících v dané věkové skupině v daném roce jsme vyloučili z toho důvodu, že na těchto školách možná soutěžili pouze vybraní žáci. U nich lze očekávat lepší výsledky než u ostatních žáků.
- Dvojice ze škol umožňujících soutěžení ve dvojicích jsme vyloučili proto, že dvojice učitel patrně vytvářel především ze slabších žáků.
- Jednotlivce ze škol preferujících a umožňujících soutěžení ve dvojicích jsme vyloučili proto, že mezi těmito jednotlivci patrně chybí slabší žáci (ze kterých učitel zřejmě sestavil dvojice).

Pro zodpovězení RQ4 jsme využili statistických metod s hladinou významnosti $\alpha=0,05$. Nejdříve jsme každou skupinu respondentů (tj. skupinu jednotlivců / dvojic v každé věkové třídě každého roku soutěže) otestovali na normalitu pomocí Anderson-Darlingova testu v programu R. Protože ve všech případech došlo k zamítnutí hypotézy o normalitě dat, použili jsme neparametrický dvouvýběrový Wilcoxonův test.

4 VÝSLEDKY

4.1 Podíl škol podle přístupu k soutěžení žáků ve dvojicích (RQ1)

Pro zodpovězení RQ1 jsme využili kategorizaci škol podle zastoupení soutěžních dvojic na dané škole v určité věkové třídě (ročníku školy) a podíly škol podle této kategorizace uvádíme v Tabulce 2.

Tabulka 2: Podíly škol podle zastoupení soutěžních dvojic na dané škole v určité věkové třídě (ročníku školy) v jednotlivých letech soutěže

	Věková třída	Preferující dvojice	Umožňující dvojice	Neumožňující dvojice
2021	4. ročník ZŠ	7 %	13 %	79 %
	5. ročník ZŠ	6 %	12 %	82 %
2022	4. ročník ZŠ	11 %	18 %	71 %
	5. ročník ZŠ	8 %	11 %	81 %
2023	3. ročník ZŠ	11 %	10 %	79 %
	4. ročník ZŠ	8 %	12 %	80 %
	5. ročník ZŠ	7 %	9 %	84 %
	6. ročník ZŠ	3 %	8 %	88 %

Podíly škol preferujících a umožňujících soutěžení žáků ve dvojicích se v meziročním srovnání měnily, avšak nelze zde určit jednoznačný trend. V případě 4. ročníku ZŠ došlo mezi lety 2021 a 2022 ke znatelnému zvýšení podílu těchto škol, mezi lety 2022 a 2023 došlo naopak ke snížení na úroveň roku 2021. V případě 5. ročníku ZŠ byly změny sice méně výrazné, ale do značné míry kopírovaly vývoj popsany u 4. ročníku.

Při vzájemném porovnání věkových tříd lze s rostoucím věkem žáků pozorovat růst podílu škol, které soutěžení žáků ve dvojicích neumožňovaly. Tento podíl se v ročníku 2023 pohyboval od 79 % v případě 3. ročníku ZŠ po 88 % v případě 6. ročníku ZŠ.

4.2 Zastoupení dvojic mezi soutěžícími (RQ2)

Pro zodpovězení RQ2 jsme využili dat z Tabulky 1, na jejichž základě jsme zjistili podíl žáků soutěžících ve dvojicích v dané věkové třídě a roce soutěže. Zjištěné podíly uvádíme v Tabulce 3.

Tabulka 3: Podíl žáků soutěžících ve dvojicích podle věkové třídy a roku soutěže

	2021	2022	2023
3. ročník ZŠ	-	-	14 %
4. ročník ZŠ	11 %	13 %	11 %
5. ročník ZŠ	8 %	9 %	9 %
6. ročník ZŠ	-	-	5 %

Podíl žáků soutěžících ve dvojicích byl v meziročním srovnání v rámci věkových tříd relativně stabilní. Zřetelnější rozdíly lze nalézt mezi věkovými třídami, kde tento podíl s rostoucím věkem žáků klesal. Zatímco v 3. ročníku ZŠ ve dvojicích soutěžilo přibližně 14 %, v 6. ročníku ZŠ pouze 5 %.

4.3 Poměr genderově homogenních a heterogenních dvojic v soutěži (RQ3)

Pro zodpovězení RQ3 jsme analyzovali soutěžní dvojice podle pohlaví jejich členů, čímž vznikly celkem tři typy dvojic: heterogenní dvojice tvořené dívkou a chlapcem, homogenní dvojice tvořené dvěma dívkami a homogenní dvojice tvořené dvěma chlapci. Podíly jednotlivých typů dvojic uvádíme v Tabulce 4.

Tabulka 4: Podíly soutěžních dvojic podle pohlaví jejich členů v jednotlivých věkových třídách a letech soutěže

	Věková třída	Dívka a chlapec	Dvě dívky	Dva chlapci
2021	4. ročník	13 %	43 %	44 %
	5. ročník	9 %	47 %	43 %
2022	4. ročník	13 %	44 %	43 %
	5. ročník	11 %	43 %	46 %
2023	3. ročník	19 %	40 %	41 %
	4. ročník	13 %	44 %	43 %
	5. ročník	7 %	48 %	46 %
	6. ročník	5 %	50 %	45 %

Z hlediska podílu jednotlivých typů dvojic je zjevná převaha genderově homogenních skupin. Podíl dvojic tvořených dvěma dívkami byl přibližně stejný jako podíl dvojic tvořených dvěma chlapci. Podíl heterogenních dvojic se v meziročním srovnání příliš neměnil. V případě 5. ročníku ZŠ došlo sice mezi lety 2021 a 2022 ke zvýšení podílu těchto dvojic, mezi lety 2022 a 2023 došlo naopak ke snížení. Výraznější je trend snižujícího se podílu heterogenních dvojic s rostoucím věkem žáků. Zatímco ve 3. ročníku ZŠ tvořily heterogenní dvojice přibližně 19 % všech dvojic, v 6. ročníku ZŠ činil tento podíl pouze 5 %.

4.4 Výsledky soutěžních dvojic v porovnání s výsledky jednotlivců (RQ4)

Pro zodpovězení RQ4 jsme nejprve zjišťovali průměrné bodové zisky jednotlivců a dvojic v jednotlivých věkových třídách a letech soutěže. Ve všech případech dosáhly dvojice lepšího průměrného bodového zisku než jednotlivci; detailní výsledky jsou uvedeny ve třetím a čtvrtém sloupci Tabulky 5. Bodový zisk dvojic byl v průměru vyšší o 6 % než v případě jednotlivců. Jak vyplývá z posledního sloupce uvedené tabulky, statisticky významně lepší (na hladině $\alpha = 0,05$) byly

téměř všechny zkoumané výkony dvojic v porovnání s jednotlivci; jedinou výjimkou je 4. ročník v roce 2021.

Tabulka 5: Bodové zisky jednotlivců a dvojic rozdělené podle věkových tříd (v posledním sloupci hvězdičkou značíme statisticky významné rozdíly na hladině $\alpha=0,05$).

	Věková třída	Průměrné bodové zisky		p-hodnoty rozdílu
		Jednotlivci	Dvojice	
2021	4. ročník ZŠ	76,0	80,2	0,0943
	5. ročník ZŠ	92,7	99,7	0,0137*
2022	4. ročník ZŠ	81,1	93,2	2,09 e-14*
	5. ročník ZŠ	102,1	115,6	9,30 e-15*
2023	3. ročník ZŠ	58,1	69,8	5,19 e-8*
	4. ročník ZŠ	74,9	85,6	2,2 e-16*
	5. ročník ZŠ	88,2	96,6	1,09 e-9*
	6. ročník ZŠ	104,4	111,2	0,000747*

Následně jsme zjišťovali, v čem tkvěl tento rozdíl - zda ve vyšším počtu zodpovězených úloh nebo v častější správnosti zodpovězených úloh. V rámci jednotlivých věkových tříd a let soutěže jsme testovali vždy dvě hypotézy:

- Jednotlivci a dvojice odpověděli stejný počet úloh
- Jednotlivci a dvojice odpovídali úlohy se stejnou úspěšností (tedy správnost odpovědi byla vyrovnaná)

Výsledky statistického testování těchto hypotéz uvádíme v Tabulce 6. Jak vyplývá z této tabulky, dvojice odpověděly na statisticky významně větší počet úloh než jednotlivci v pěti z osmi zkoumaných případů. Případy, v nichž dvojice a jednotlivci zodpověděli stejný počet úloh, spojuje dřívější rok soutěže. Dále jsme zjistili, že dvojice ve všech zkoumaných případech odpovídaly úlohy s vyšší úspěšností než jednotlivci.

Tabulka 6: Výsledky statistického testování hypotéz (hvězdičkou značíme statisticky významné rozdíly na hladině $\alpha=0,05$)

	Věková třída	p-hodnoty pro rozdíl počtu řešených úloh	p-hodnoty pro rozdíl úspěšnosti řešených úloh
2021	4. ročník ZŠ	0,146	0,0453*
	5. ročník ZŠ	0,602	0,00811*
2022	4. ročník ZŠ	0,00163*	3,03 e-16*
	5. ročník ZŠ	0,0689	3,78 e-16*
2023	3. ročník ZŠ	0,00110*	2,48 e-09*
	4. ročník ZŠ	2,96 e-10*	2,20 e-16*
	5. ročník ZŠ	3,13 e-07*	6,30 e-12*
	6. ročník ZŠ	0,0312*	0,000267*

4.5 Postoj učitelů informatiky k soutěžení žáků ve dvojicích (RQ5)

Pro zodpovězení RQ5 jsme do dotazníku, který byl koncem listopadu 2023 rozeslán školním koordinátorům soutěže Bobřík informatiky, začlenili otázku týkající se soutěžení dvojic. V ní jsme se ptali na pohled učitelů na soutěžení dvojic. Ze 1534 škol, které se soutěže zúčastnily,

zodpovědělo dotazník 66 škol (návratnost dotazníku je tedy necelých 5 %). Na otázku týkající se soutěžení dvojic odpovědělo 45 škol (ostatní vynechaly tuto otázku patrně proto, že v kategoriích Mini a Benjamin nesoutěžily).

21 učitelů, tedy téměř polovina, zvolila možnost, že *soutěžení ve dvojicích nepovolili, protože chtějí, aby žáci soutěžili jednotlivě*. 8 učitelů, tedy necelá pětina, zvolila možnost, že *ve dvojicích nesoutěžili, protože o to nebyl zájem*. Dalších 9 učitelů, tedy pětina, vybrala variantu, že *ve dvojicích soutěžili jen ti žáci, kteří chtěli*. Dva učitelé zvolili možnost, že *ve dvojicích soutěžili na přání žáků*, a další dva učitelé uvedli, že *ve dvojicích soutěžili pouze slabší žáci*. Tři učitelé zvolili, že *o možnosti soutěžit ve dvojicích nevěděli*. Žádný učitel však nevybral možnost, že *soutěžili ve dvojicích, protože takový způsob výuky podporují*, ani variantu, že *soutěžili ve dvojicích z technických důvodů (např. nedostatek počítačů)*.

5 ZÁVĚR

Realizovali jsme kvantitativní výzkum zabývající se rozsahem a výsledky využití párového řešení úloh v rámci soutěže Bobřík informatiky na 1. stupni a na počátku 2. stupně základní školy. Zjistili jsme, že ve sledovaných letech nejméně čtyři pětiny škol neumožňovaly soutěžení žáků ve dvojicích a že se podíl těchto škol s rostoucím věkem žáků zvyšoval. S rostoucím věkem žáků naopak klesal podíl škol soutěžících ve dvojicích. Zastoupení dvojic bylo v meziročním srovnání stabilní. Naše výsledky dále ukazují na trend snižujícího se zastoupení genderově heterogenních dvojic s rostoucím věkem žáků.

Dvojice dosahovaly v soutěži lepších výsledků než jednotlivci. K tomu nepochybně přispěla statisticky významně vyšší úspěšnost při zodpovídání úloh, na které se soutěžící rozhodli odpovědět. Ve většině případů jsme pozorovali také statisticky významně vyšší počet úloh, na které odpověděly dvojice v porovnání s jednotlivci. Případy, v nichž dvojice a jednotlivci zodpověděli stejný počet úloh, spojuje dřívější rok soutěže. To by ukazovalo na meziroční trend zlepšování výkonu dvojic oproti výkonu jednotlivců. Je možné, že školy v dřívějších letech soutěže s kolaborativní a párovou výukou neměly tolik zkušeností, a proto tehdy dvojice nebyly schopny efektivně spolupracovat.

V rámci provedeného dotazníkového šetření dvě třetiny učitelů přiznaly, že soutěžení dvojic záměrně neumožnily, případně vyhýbavě uvedly, že o to mezi žáky nebyl zájem. Je pochopitelné, že učitelé i žáci vnímají Bobříka informatiky opravdu jako soutěž a chtějí, aby každý samostatně prokázal své kvality. Na druhou stranu lze očekávat, že učitelé, kteří prací ve dvojicích při výuce informatiky preferují, by tuto variantu zvolili i v rámci soutěže. Žádný učitel nezvolil variantu, že by žáci soutěžili ve dvojicích, protože takový způsob výuky podporují. Je proto potěšitelné, že čtvrtina učitelů podle svého vyjádření nechala ve dvojicích soutěžit žáky, kteří o to měli zájem, případně soutěžení dvojic umožnila na přání žáků.

Náš výzkum přispívá k porozumění, jak se čeští učitelé informatiky staví k párovému řešení informatických úloh. Zároveň potvrzuje vyšší úspěšnost dvojic při řešení informatických úloh v porovnání s jednotlivci. Na rozdíl od řady jiných výzkumů se nezaměřuje pouze na programování, ale zohledňuje i další oblasti informatiky. Výsledky výzkumu mohou být užitečné pro pedagogy připravující budoucí učitele informatiky, lektory dalšího vzdělávání učitelů informatiky a autory učebnic informatiky. Poskytuje jim totiž nejen důkazy o přínosu párového učení, ale také doklady o potřebě motivovat české učitele informatiky k jeho využití.

V dalších výzkumech je potřeba hlouběji zkoumat příčiny lepších výsledků dvojic oproti jednotlivcům. Je možné se zaměřit nejen na typy úloh, v jejichž řešení jsou dvojice výrazně lepší, ale také na důvody, proč dvojice zodpovídají více úloh než jednotlivci. Taktéž je možné zkoumat úspěšnost různých typů dvojic, tedy zda jsou úspěšnější dvojice tvořené dívkou a chlapcem / dvěma dívkami / dvěma chlapci. Díky tomu by bylo možné vytvářet dvojice žáků při výuce informatiky tak, aby byl proces učení se podpořen co nejefektivněji.

6 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] BELLETTINI, Carlo, Violetta LONATI, Mattia MONGA a Anna MORPURGO. How is Two Better Than One? An Observational Study on the Impact of Working in Pairs When Solving Bebras Tasks. In: BOLLIN, Andreas a Gerald FUTSCHEK, eds. *Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education, ISSEP 2022*. Online. Cham: Springer International Publishing, 2022, s. 54-65. ISBN 978-3-031-15850-6. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-031-15851-3_5, [cit. 2023-12-10].
- [2] WEI, Xuefeng, Lin LIN, Nanxi MENG, Wei TAN, Siu-Cheung KONG a KINSHUK. The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' Computational Thinking skills and self-efficacy. *Computers & Education*. Online. 2021, č. 160. ISSN 0360-1315. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104023>, [cit. 2023-12-10].
- [3] BODAKER, Liat a Rinat B. ROSENBERG-KIMA. Online pair-programming: elementary school children learning scratch together online. *Journal of Research on Technology in Education*. Online. 2023, roč. 55, č. 5, s. 799-816. ISSN 1539-1523. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2036653>, [cit. 2023-12-10].
- [4] HOPCAN, Sinan, Elif POLAT a Ebru ALBAYRAK. Collaborative Behavior Patterns of Students in Programming Instruction. *Journal of Educational Computing Research*. Online. 2022, roč. 60, č. 4, s. 1035-1062. ISSN 0735-6331. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/07356331211062260>, [cit. 2023-12-10].
- [5] ISKRENOVIC-MOMCILOVIC, Olivera. Pair programming with scratch. *Education and Information Technologies*. Online. 2019, roč. 24, s. 2943-2952. ISSN 1360-2357. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09905-3>, [cit. 2023-12-10].
- [6] VANÍČEK, Jiří, Ingrid NAGYOVÁ a Monika TOMCSÁNYIOVÁ. *Programování ve Scratch pro 2. stupeň základní školy*. Online. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2020. Dostupné z: <https://imysleni.cz/ucebnice/programovani-ve-scratchi-pro-2-stupen-zakladni-skoly>, [cit. 2023-12-10].
- [7] KALAŠ, Ivan, Mária KRÁLIKOVÁ a Milan MORAVČÍK. *Výlety šaška Tomáše: Do zahrádky na dobrůtky. Metodický materiál*. Online. Bratislava: Agemsoft, 2020. Dostupné z: <https://imysleni.cz/ucebnice/algoritmizace>, [cit. 2023-12-10].
- [8] PROCHÁZKA, Josef, Jakub LAPEŠ a Daniel TOCHÁČEK. *Robotika s LEGO WeDo pro 1. stupeň základní školy*. Online. Praha: Karlova univerzita, 2020. Dostupné z: <https://imysleni.cz/ucebnice/edukacni-robotika-s-lego-wedo-2-0-pro-1-stupen-zakladni-skoly>, [cit. 2023-12-10].
- [9] HANNAY, Jo E., Tore DYBÅ, Erik ARISHOLM a Dag I.K. SJOBERG. The effectiveness of pair programming: A meta-analysis. *Information and Software Technology*. Online. 2009, roč. 51, č. 7, s. 1110-1122. ISSN 0950-5849. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2009.02.001>, [cit. 2023-12-10].
- [10] HANNAY, Jo E., Erik ARISHOLM, Harald ENGVIK a Dag I.K. SJOBERG. Effects of Personality on Pair Programming. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Online. 2010, roč. 36, č. 1, s. 61-80. ISSN 0098-5589. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TSE.2009.41>, [cit. 2023-12-10].
- [11] SALLEH, Norsaremah, Emilia MENDES a John GRUNDY. Empirical Studies of Pair Programming for CS/SE Teaching in Higher Education: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Online. 2011, roč. 37, č. 4, s. 509-525. ISSN 0098-5589. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TSE.2010.59>, [cit. 2023-12-10].
- [12] ARISHOLM, Erik, Hans GALLIS, Tore DYBA a Dag I.K. SJOBERG. Evaluating Pair Programming with Respect to System Complexity and Programmer Expertise. *IEEE*

Transactions on Software Engineering. Online. 2007, roč. 33, č. 2, s. 65-86. ISSN 0098-5589.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TSE.2007.17>, [cit. 2023-12-10].

[13] Bobřík informatiky. Online. 2023. Dostupné z: <https://ibobr.cz>, [cit. 2023-12-10].

Zmena formulácie zadania v úlohách a dôsledky na úspešnosť žiackych riešení

Modification of the formulation in the task and the consequences for the success of the students' solutions

Karolína Miková, Lucia Budinská, Monika Tomcsányiová
FMFI UK v Bratislave, Mlynská dolina F1, 84248 Bratislava, Slovensko
{karolina.mikova, lucia.budinska, monika.tomcsanyiova}@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRAKT

This paper presents an analysis of tasks from the Bebras informatics challenge designed for pupils in the 2nd and 3rd years of elementary school (category Mini – *Drobec* in Slovak), with an emphasis on absolute and relative motion. Absolute motion is characterized by the robot's movement in one of four directions (up, down, left, or right), while with relative motion the robot turns left or right on the same square, and moves in the direction of the turn, always one step forward. In the past, we already dealt with the issue of these two types of motion [3]. Budinská [9] conducted a qualitative analysis of several tasks focused on absolute and relative motion. Her qualitative research did not show marked differences between them. However, she found that labyrinths were not a suitable motivation for relative motion, as opposed to collecting objects. In the category Mini during the school year 2022-23, the task "Go to the hive" was used, showing the relative motion of the executor along a grid of squares. This task had a low success rate; therefore, the task formulation was modified, and the revised task was introduced in the challenge during the school year 2023-24. In this updated task, the explanation of the motion was changed. Instead of the images that were used previous year, a text-based explanation was used. The primary objective of this research was to find out whether altering the task formulation would result in an enhanced success rate among pupils.

The research employed a quantitative methodology to analyze data containing the number of correct and incorrect responses from both challenge years. In the school year 2022-23, 24,566 students participated in the category Mini, and in the subsequent school year (2023-24), this number increased to 25,925 participants. For each task, the individual responses from the contest database (four options plus the option not to solve the task) were obtained. Each task thus consisted of five qualitative features, and to find out whether the frequency of these features is the same in both monitored groups, the z-scores on contingency tables [12] were employed.

The analysis of research results revealed that the task with a text-based explanation of motion (18.45%) had a marginally higher success rate compared to the task with a picture explanation of motion (14.2%), as illustrated in Figure 1. However, the success rate remained still very low. Even when pupil solved both tasks in subsequent challenges, there was no significant improvement in their results. A persistent issue was the frequent selection of a distractor that, if interpreted as absolute movement commands, would lead the executor to the goal. Should this task type be used in the future, numerous modifications could be considered to enhance the clarity of relative motion to pupils. The graphic representation of commands for rotating the executor could be changed, so that it resembles commands from graphical editors. The view of the square grid could be changed, or an interactive tool can be used. Additionally, the distractors could be changed so that none of them can get the executor to the goal by interpreting the commands in a way of absolute motion.

Keywords

Bebras challenge, category Mini, absolute and relative motion, quantitative research, change of formulation.

ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá analýzou úloh z informatickej súťaže iBobor pre najmladších žiakov z kategórie Drobec, pričom sa zameriava na problematiku spojenú s relatívnym a absolútnym pohybom. Vybrali sme konkrétnu súťažnú úlohu zo školského roku 2022/23, ktorá využívala relatívny pohyb vykonávateľa po štvorcovej sieti. Táto úloha dosahovala nízku úspešnosť riešení. Z množstva rôznych premenných, ktoré mohli ovplyvňovať úspešnosť riešení, sme si vybrali jeden, ktorý sa stal nezávislou premennou. Na základe zmeny tejto premennej sme upravili zadanie vybranej úlohy a takto upravenú úlohu sme použili v tohtoročnej súťaži. Zmena sa týkala iného spôsobu vysvetlenia, ako sa vykonávateľ pohybuje po sieti. Namiesto obrázkov sme využili textový formát. Analyzované dáta tak boli odpovede pochádzajúce z dvoch súťažných úloh z rokov 2022/23 a 2023/24, ktoré sa líšili len minimálne. Využili sme kvantitatívny výskum na analýzu dát, kde sme sledovali počet správnych a nesprávnych odpovedí, ako aj rozdiely medzi úspešnými a neúspešnými riešiteľmi. Výsledky ukazujú, že zmena formulácie úlohy, konkrétne použitie textového vysvetlenia namiesto grafickej interpretácie, viedla síce k miernemu zvýšeniu percentuálnej úspešnosti riešení, avšak úspešnosť ostala stále veľmi nízka. Dokonca ani žiaci, ktorí úlohu riešili druhýkrát, nemali výrazne lepšie výsledky. Problémom tiež zostáva vysoká početnosť zvolenia distraktora, ktorý síce dovedie vykonávateľa do cieľa, ale v prípade, ak sa príkazy vykonajú pomocou absolútného pohybu.

Kľúčové slová

Súťaž iBobor, kategória Drobeci, relatívny a absolútny pohyb, kvantitatívny výskum, zmena zadania.

1 ÚVOD

Aktuálne na Slovensku platí inovovaný Štátny vzdelávací program (ďalej len ŠVP) ako pre Informatiku, tak aj pre ďalšie predmety, hoci prebieha pilotné testovanie nového ŠVP, ktoré rozdeľuje vzdelávanie základnej školy na tri cykly. Tento inovovaný ŠVP [1] pre 1. stupeň ZŠ očakáva, okrem iného, od žiaka na konci 4. ročníka z oblasti Algoritmické riešenie problémov, že dokáže pochopiť sekvenciu príkazov a riešiť problém priamym riadením vykonávateľa (napr. robot, korytnačka). Ďalej má byť žiak schopný aplikovať elementárne príkazy daného jazyka (zo slovníka príkazov) na riadenie vykonávateľa a interpretovať postupnosť príkazov. Mal by byť tiež schopný pochopiť súvis medzi príkazmi (resp. poradím príkazov) a výsledkom a dokázať zrealizovať návod, postup, interpretovať ho, krokovať riešenie, či simulovať činnosť vykonávateľa. Tieto vedomosti a zručnosti môžeme rozvíjať u žiakov rôznymi spôsobmi. Jedným z nich sú aj úlohy v súťaži iBobor. Tá vznikla v roku 2004 v Litve pod názvom Bebras [2]. Jej hlavným cieľom bolo, a stále je, podporiť záujem všetkých žiakov o informatiku a rozvíjať ich informatické myslenie a digitálnu gramotnosť. Táto súťaž sa postupne rozšírila aj do ďalších krajín. Na Slovensku sa súťaž volá Informatický bobor, skrátene iBobor, a organizuje sa od roku 2007. Zapojiť sa do nej môžu žiaci od 2. ročníka základných škôl až po posledný ročník stredných škôl.

V tomto príspevku sa zaoberáme práve úlohami zo súťaže iBobor, konkrétne pre najmladších žiakov z kategórie Drobec. Kategória Drobec vznikla v školskom roku 2017/18 a je určená pre žiakov 2. a 3. ročníka základnej školy. Žiaci v nej riešia 9 úloh za 30 minút. V súťaži iBobor sa úlohy na pohyb robota vyskytujú pomerne pravidelne. Sú rôzne formulované, vizualizované a odpovede sú zadávané do systému rôznymi spôsobmi. Keď sa pozrieme na vlastnosti úloh z informatického pohľadu, rôznorodosť ale aj náročnosť týchto úloh je definovaná nasledujúcimi aspektmi: plocha, po ktorej sa robot pohybuje, spôsob pohybu robota, obmedzenia pri pohybe, forma zadávania príkazov, prvotné natočenie, atď. Ide o podobné kategórie, aké identifikovali Miková a Hrušecká pri určovaní náročnosti gradácie úloh pri práci s reálnym robotom [3]. Dva základné aspekty, s ktorými pracujeme v tomto článku, sú plocha a spôsob pohybu robota. Plocha, po ktorej sa robot v súťažných úlohách hýbe, môže byť jednorozmerné pole, inokedy dvojrozmerné, spravidla ide o štvorcovú sieť. Druhý aspekt je spôsob pohybu robota. Môže to byť tzv. absolútny pohyb (robot sa pohybuje o políčko hore,

dolu, doľava, doprava), alebo tzv. relatívny pohyb (robot sa otáča vľavo alebo vpravo na tom istom políčku a chodí v smere, v ktorom je natočený vždy krok vpred, prípadne vzad).

2 ABSOLÚTNY A RELATÍVNY POHYB

Od roku 2014, keď Anglicko prešlo výraznou zmenou kurikula, viaceré základné školy zaradili do svojich kurikul riadenie robota pomocou relatívneho typu pohybu. Zaujímavosťou je, že školy nevzdelávajú len žiakov, ale aj rodičov svojich študentov [4]. Existujú rôzne materiály, či pracovné listy [5, 6], ktoré používajú oba typy pohybov a umožňujú tak žiakom rozlišovať tieto typy pohybov a riešiť rôzne úlohy za ich pomoci. Je podstatné sa zamyslieť aj nad náročnosťou otáčania robota v určenom prostredí. Staub vo svojej práci [7] podrobne popisuje rozdiely medzi karteziánskou súradnicovou sústavou, ktorú žiaci poznajú zo školskej matematiky, a súradnicovým systémom, ktorý sa používa v korytnačej geometrii. Hoci je v korytnačej geometrii dôležitá práca s uhlami, v kontexte našich súťažných úloh sa objavujú len deväťdesiatstupňové otočenia, takže pre žiakov nie sú nevyhnutné rozsiahle znalosti karteziánskej sústavy, či práce s uhlami. Preto je možné využívať tento spôsob ovládania robota práve v súťažných úlohách, kde nie je priestor pre časovo náročné zoznamovanie sa s komplexnejším spôsobom pohybu v tejto vekovej kategórii. Žiakom sa týmto spôsobom predkladá propedeuticky prístupný pre-koncept tejto témy. V najznámejšej knihe Paperta *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas* [8] autor uvádza, že "geometria korytnačiek otvára dvere intuitívnemu uchopeniu výpočtov, fyziky a matematického modelovania, ako sa používa v biologických a spoločenských vedách".

V minulosti sme sa problematikou týchto dvoch spôsobov pohybu už zaoberali. Budinská [9] analyzovala niekoľko úloh zo súťaže iBobor, ktoré využívali absolútny alebo relatívny pohyb, a následne navrhla vlastnú sadu úloh, ktorú overila so žiakmi základnej školy. Testovanie realizovala najprv so žiakmi piatych ročníkov. Zistila, že labyrinty nie sú vhodnou motiváciou na relatívny pohyb, a taktiež, že tento typ pohybu je pre žiakov náročnejší. Následne vytvorila sadu úloh pre žiakov tretieho ročníka – osem úloh na absolútny pohyb a osem na relatívny pohyb. Ukázalo sa, že niektorí žiaci by potrebovali viac úloh zameraných na postupné získavanie vedomostí. Na druhej strane, ďalšia skupina žiakov považovala úlohy za ľahké, vyriešili ich rýchlo a dokázali by vyriešiť aj ťažšie úlohy. Kvalitatívny výskum teda neukázal markantné výsledky v prospech jedného typu pohybu v tejto vekovej kategórii. Celkovo však žiakom robilo problém vytvárať celý program, čiže plánovať všetky kroky postavičky. V tejto vekovej kategórii sa zbieranie predmetov ukázalo ako vhodná motivácia pre relatívny pohyb. Nás preto ďalej zaujímalo, ako a či ovplyvní napríklad zmena príbehu úspešnosť riešení. Výsledky z minulých výskumov [10] ukazujú, že motivácia úlohy vplyva na žiacke riešenia a to i z pohľadu úspešnosti a aj voľby nesprávnej odpovede. Príbeh použitý v úlohe ovplyvňuje spôsob, akým žiaci nad úlohou rozmýšľajú a ako ju riešia, takže má priamy vplyv na ich miskoncepce.

3 METODOLÓGIA VÝSKUMU

Z predošlých výskumov teda vieme, že zmena témy, či príbehu vie ovplyvniť úspešnosť riešení, avšak nevieme ešte presne ako. Taktiež vieme, že v minulom školskom roku mala úloha využívajúca relatívny pohyb robota v štvorčekovej sieti v kategórii Drobci 14,2 % úspešnosť riešení, čo je veľmi nízke číslo. Na základe týchto výsledkov sme si vybrali túto úlohu a rozhodli sme sa zrealizovať nasledujúce zmeny, či zaznamenáme štatisticky významnú zmenu v úspešnosti žiackych riešení. Ponechali sme nezmenenú formu ovládania robota, prvotné natočenie robota, plochu, aj umiestnenie konečnej pozície a taktiež distraktory. Príbeh sme sa snažili zmeniť len minimálne, keďže vieme, že môže ovplyvniť spôsob, akým žiaci úlohu riešia a my sme chceli mať len jednu nezávislú premennú. Uvedomujeme si, že v danej úlohe môže byť viacero premenných, ktoré môžu spôsobovať nízku úspešnosť riešenia. Rozhodli sme sa začať skúmať najprv to, *ako spôsob vysvetlenia relatívneho pohybu ovplyvňuje úspešnosť žiakov v úlohe súťaže iBobor*. Čo sme si stanovili aj ako našu výskumnú otázku. V budúcnosti sa zameriame na skúmanie ďalších premenných.

3.1 Výskumná vzorka

Údaje, s ktorými v tomto príspevku pracujeme, sú odpovede žiakov zo súťaže iBobor, pričom my ako organizátori súťaže, nemáme prístup k osobným údajom žiakov. V minulom školskom roku 2022/23 bol počet žiakov súťažiacich v kategórii Drobcí 24 566. Z toho bolo 11 424 dievčat, 12 321 chlapcov a ostatným 821 žiakom nevieme určiť pohlavie pre špecifické prihlasovanie do platformy, cez ktorú prebieha súťaž. Z celkového počtu bolo 79 žiakov prvého ročníka, 8 584 druhákov a 15 695 tretíakov, pričom ostatných 208 žiakov nemalo nastavený ročník. V školskom roku 2023/24 bol počet súťažiacich žiakov v kategórii Drobcí 25 925, z toho bolo 12 106 dievčat a 13 333 chlapcov. Ostatných 486 súťažiacich nevieme určiť pre špecifické prihlasovanie do platformy. Z tohto celkového počtu bolo 61 žiakov prvého ročníka, 8 850 žiakov druhého, 16 617 tretieho a ostatných 397 žiakov nemalo určený ročník. Keďže nedisponujeme kompletnými súťažnými dátami, ktoré by obsahovali aj osobné údaje žiakov, nevieme štatisticky vyhodnocovať vyššie spomínané údaje v kombinácii s nami sledovanými znakmi.

Vzhľadom k početnosti vybranej vzorky sme sa rozhodli pre kvantitatívny výskum [11]. Pre každú zo sledovaných úloh sme zo súťažnej databázy zistili počet správnych odpovedí, počet nesprávnych odpovedí (3 distraktory) a počet súťažiacich, ktorí danú súťažnú úlohu neriešili. Každá úloha tak mala 5 kvalitatívnych znakov a aby sme zistili, či je početnosť týchto znakov rovnaká v oboch sledovaných skupinách, využívali sme z-skóre na kontingenčných tabuľkách [12].

Naším hlavným výskumným cieľom bolo zistiť, či zmenou formulácie zadania vieme dosiahnuť lepšie porozumenie a teda aj vyššiu úspešnosť riešení. Preto sme si stanovili hypotézy:

H1: *Úloha s textovým vysvetlením relatívneho pohybu bude mať vyššiu úspešnosť ako úloha s grafickým vysvetlením relatívneho pohybu.*

H2a: *Úspešní riešitelia budú mať vyššiu úspešnosť v úlohe s textovým vysvetlením pohybu ako v úlohe s grafickým vysvetlením relatívneho pohybu.*

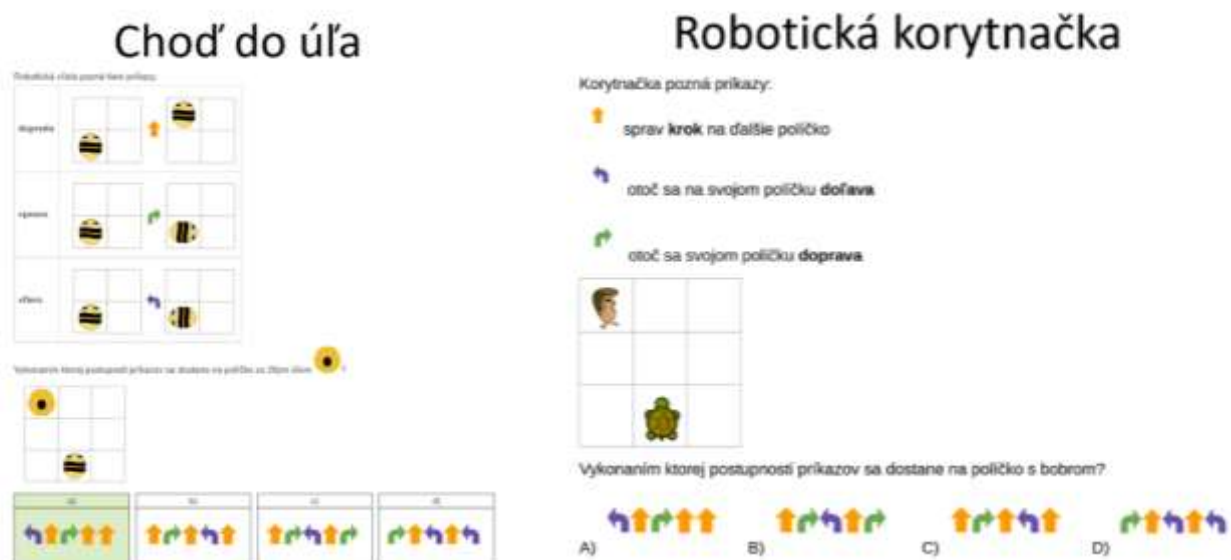
H2b: *Riešitelia budú mať vyššiu úspešnosť v úlohe s textovým vysvetlením pohybu ako v úlohe s grafickým vysvetlením relatívneho pohybu.*

H3: *Žiaci, ktorí úlohu riešili v oboch školských rokoch, budú v školskom roku 2023/24 v tejto úlohe úspešnejší ako v roku 2022/23.*

4 ANALYZOVANÁ ÚLOHA

V tomto príspevku vychádzame z úlohy Chod' do úľa (Obrázok 1 – vľavo), ktorá bola zaradená do súťaže v školskom roku 2022/23. Tá začínala vysvetlením funkcionality príkazov, resp. relatívneho pohybu po sieti pomocou šípok. Nasledovala štvorčeková sieť s umiestneným vykonávateľom, ktorý sa hýbal, a cieľom. Na záver boli uvedené štyri možnosti, z ktorých si žiaci vyberali odpovede. Počet príkazov bol vo všetkých možnostiach rovnaký. Správna odpoveď bola možnosť a). Možnosť d) bola distraktorom, ktorý vykonávateľ a dovedol k cieľu, ak by príkazy interpretoval pomocou absolútneho pohybu.

Rozdiel v úlohách Chod' do úľa a Robotická korytnačka (Obrázok 1 – vpravo) je v spôsobe, akým je vysvetlené použitie príkazov. V pôvodnej úlohe (Obrázok 1 – vľavo) je použitá grafická interpretácia príkazov – robotická včela sa hýbe, respektíve točí v menšej sieti 2x2 ako názorná ukážka pohybu. V upravenej úlohe (Obrázok 1 – vpravo) sú jednotlivé príkazy vysvetlené krátkym slovným opisom, pričom podstatné operácie sú vyznačené tučným písmom.

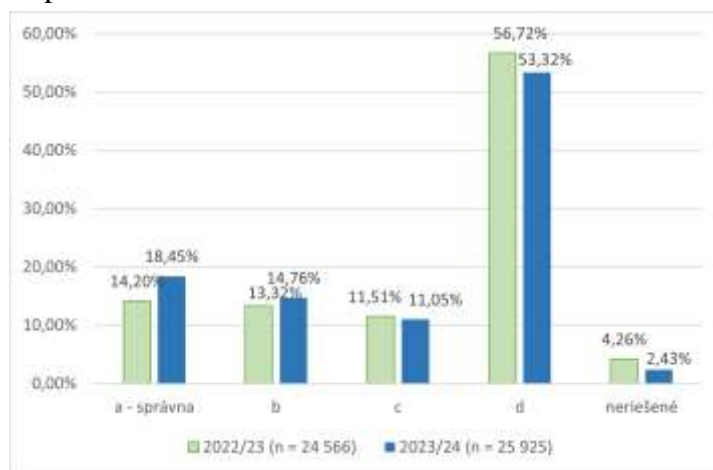


Obrázok 1: Vľavo: obrázok súťažnej úlohy z roku 2022/23. Vpravo: obrázok súťažnej úlohy z roku 2023/24

5 VÝSLEDKY ANALÝZY

V školskom roku 2022/23 súťažilo v kategórii Drobec 24 566 žiakov, 14,2 % z nich úspešne vyriešilo úlohu Chod' do úľa. Najčastejšou nesprávnou odpoveďou bol distraktor d), ktorú zvolilo 56,72 % súťažiacich. V školskom roku 2023/24 sa počet žiakov v kategórii Drobec zvýšil na 25 925, z nich 18,45 % zvolilo v úlohe Robotická korytnačka správnu odpoveď. Aj v tomto roku bola najčastejšia nesprávna odpoveď distraktor d), ktorú zvolilo 53,32 % súťažiacich.

V školskom roku 2022/22 neriešilo úlohu 4,26 % súťažiacich, v roku 2023/24 to bolo 2,43 % súťažiacich. Percentuálne rozdelenie jednotlivých odpovedí je znázornené v grafe na Obrázku 2. Rozdiely vo výbere odpovedí a), d) a taktiež aj neodpovedaní sú štatisticky významné na hladine $\alpha=0.05$. Hypotéza H1 sa potvrdila.



Obrázok 2: Graf percentuálneho rozdelenia jednotlivých odpovedí v oboch súťažných úlohách

Pri hľadaní odpovedí na hypotézy H2a a H2b sme sa pozerali na výsledky úspešných riešiteľov a zvyšných súťažiacich. Úspešným riešiteľom rozumej žiaka, ktorý získa aspoň polovicu kladných bodov¹. Štatisticky významné rozdiely na hladine $\alpha=0.05$ boli medzi úspešnými riešiteľmi v oboch

¹ Viac pozri v pravidlách súťaže /ibobor.sk/pravidla.php

súťažných ročníkoch vo voľbe odpovede a) a d). V roku 2022/23 úspešní riešitelia častejšie zvolili odpoveď d) (60,12 % oproti 49,82 % v roku 2023/24) a v roku 2023/24 úspešní riešitelia častejšie zvolili správnu odpoveď a) (37,25 % oproti 28,86 % v roku 2022/23). Potvrdila sa tak hypotéza H2a. V skupine riešiteľov (tí, ktorí neboli úspešní) boli štatisticky významné rozdiely medzi ročníkmi vo voľbe odpovede b) (v roku 2022/23 15,01 % oproti 17,46 % v roku 2023/24) a neodpovedaní (v roku 2022/23 4,77 % oproti 2,9 % v roku 2023/24). Hypotézu H2b sme nepotvrdili. V skupine riešiteľov sa nezvýšila úspešnosť žiakov v úlohe z roku 2023/24. Pokiaľ porovnáme úspešných riešiteľov a riešiteľov v rámci jedného ročníka súťaže, štatisticky významné rozdiely sú vo všetkých sledovaných oblastiach.

Keďže úspešní riešitelia boli úspešnejší v roku 2023/24, zaujímalo nás, či sú to tí istí žiaci, ktorí sa poučili z minuloročnej chyby. Identifikovali sme 7 172 žiakov, ktorí súťažili v kategórii Drobec oba roky. Išlo o žiakov najmä v druhom a treťom ročníku, s výnimkou niekoľkých žiakov, ktorí súťažili najprv ako prváci a potom ako druháci. Z týchto žiakov 2 354 odpovedalo v oboch úlohách rovnako a 3 292 žiakov malo rôzne odpovede. Zvyšní žiaci jednu z úloh neriešili, teda ju vynechali. V Tabuľke 1 vidíme počty žiakov pre tieto situácie. Kým iba 238 žiakov vyriešilo správne obe úlohy, nesprávne riešenia v oboch úlohách malo 3 790 žiakov. 897 žiakov sa zlepšilo, 721 naopak zhoršilo. Teda môžeme predpokladať, že opätovné stretnutie s touto úlohou v súťaži neprispelo vo významnej miere k lepším výsledkom.

Tabuľka 1: Rozdelenie žiakov, ktorí súťažili oba roky (n = 7172)

Zvolená odpoveď	Počet
obe správne vyriešené	238
Zlepšenie (v 2022/23 mali nesprávnu odpoveď, v 2023/24 správnu)	897
Zhoršenie (v 2022/23 mali správnu odpoveď, v 2023/24 nesprávnu)	721
obe nesprávne vyriešené	3790
obe neriešené	37
2022 neriešené, 2023 riešené	1437
2023 neriešené; 2022 riešené	52
SPOLU	7172

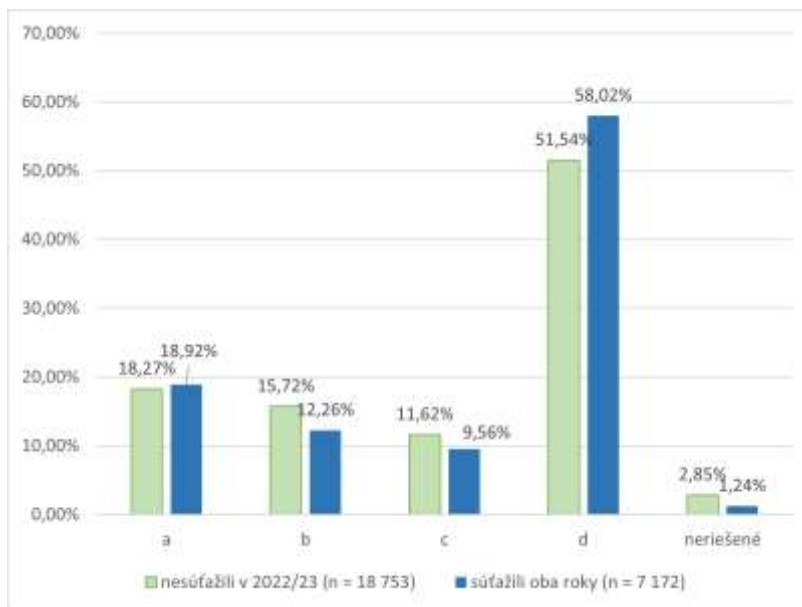
V Tabuľke 2 vidíme percentuálne zastúpenie (zo všetkých 7 172, ktorí sa zúčastnili oboch rokov), ako žiaci volili odpovede v oboch súťažných ročníkoch. Vidíme v nej napríklad to, že 8,7 % týchto súťažiacich zvolilo najprv odpoveď d) a v nasledujúci rok zvolilo odpoveď a). 26,6 % z nich oba roky zvolilo odpoveď d). Zaujímavé je aj to, že žiaci ktorí v roku 2022/23 túto úlohu neriešili, v roku 2023/24 zvolili odpoveď d) v 11,5 %.

Tabuľka 2: Výber odpovedí súťažiacich, ktorí súťažili v oboch ročníkoch súťaže (n = 7172).

V riadkoch sa nachádzajú odpovede z roku 2023/24 a v stĺpcoch odpovede z roku 2022/23

2022/23 → 2023/24 ↓	a	b	c	d	Neriešené	Celkový súčet
a	3,3%	1,6%	2,2%	8,7%	3,1%	1357
b	1,8%	1,5%	1,8%	4,2%	2,9%	879
c	1,4%	1,0%	1,5%	3,1%	2,6%	686
d	6,9%	6,5%	6,6%	26,6%	11,5%	4161
Neriešené	0,2%	0,1%	0,1%	0,4%	0,5%	89
Celkový súčet	970	768	877	3083	1474	7172

Keď porovnáваме výsledky súťažiacich, ktorí súťažili oba roky, a tých, ktorí sa v predchádzajúcom ročníku nezúčastnili súťaže (z nich bolo 8760 druhákov, 9644 tretiakov a 349 neurčených)², tak pri voľbe správnej odpovede nie je štatisticky významný rozdiel. Ten však je vo výbere distraktora d), ktorí ale zvolilo viac súťažiacich, ktorí súťažili oba roky – 58,02%, oproti tým, ktorí súťažili prvýkrát 51,54%, pozri graf na Obrázku 3. Z výsledkov je zjavné, že hypotéza H3 sa nepotvrdila a opätovné stretnutie žiakov s úlohou neprispelo k tomu, aby ju tentoraz viac žiakov vyriešilo správne.



Obrázok 3: Porovnanie odpovedí súťažiacich, ktorí riešili obe úlohy a tých, ktorí riešili iba úlohu Robotická korytnačka.

6 DISKUSIA

Pri analyzovaní príčin, ktoré ovplyvňujú nízku úspešnosť úloh s relatívnym pohybom v štvorčekovej sieti, sa ukazujú rôzne dôvody, ktoré budú chcieť ďalšie skúmanie. Jedným z dôvodov môže byť aj nízky vek súťažiacich, pre ktorých je takýto typ úlohy kognitívne príliš náročný, resp. abstraktný. Preto sme zadali úlohu Robotická včela aj študentom rozširujúceho štúdia informatiky prvého, druhého a tretieho ročníka. Sú to vyštudovaní učitelia, ktorí si dorábajú aprobáciu pre predmet informatika. Úlohu vyriešilo 33 študentov, z nich 21 odpovedalo správne, 6 študenti zvolili odpoveď d), 5 študentov zvolilo odpoveď c) a 1 študent zvolil odpoveď b). Čiže aj tu vidíme, že aj keď je pomer správnych odpovedí výrazne vyšší, že distraktor d) je stále najčastejšie zvolenou nesprávnou odpoveďou.

Podobnú úlohu sme zadali aj v kategórii Bobríci (4. a 5. ročník ZŠ). Úloha sa volala Chyba v programe. V nej bol pohyb korytnačky vysvetlený aj obrázkom, aj textom. Cieľom úlohy nebolo nájsť správnu postupnosť príkazov, ako v analyzovaných úlohách, ale opraviť chybu v programe, ktorý bol reprezentovaný písmenami a mal dĺžku 6. Výsledky súťažiacich aj v tejto úlohe ukázali, že relatívny pohyb je náročný a je pre riešiteľov prirodzenejšie riešiť úlohu za pomoci absolútneho pohybu. Kým správnu odpoveď zvolilo 25,4 %, druhou najčastejšie nesprávne zvolenou odpoveďou bola zmena predposledného príkazu (24,9 %) a zmena druhého príkazu (17,25 %) v poradí. Oba tieto príkazy môžu byť nahradené iným a korytnačka sa dostane k bobrovi, ak by sa príkazy vyhodnocovali spôsobom absolútneho pohybu.

² Je potrebné uviesť, že niektorí z týchto žiakov sa mohli zúčastniť oboch ročníkov súťaže, len ich nevieme spätne identifikovať. Mohlo sa tak stať pri zmene školy, inom spôsobe registrácie školy do súťaže, či súťažení pod iným kontom

Môžeme uvažovať aj o možnosti, že niektorí súťažiaci sa mohli s úlohou stretnúť aj v prípade, že nesúťažili v predchádzajúcom ročníku. Archív úloh je pre žiakov prístupný a mnohí učitelia ho pred súťažou využívajú na tréning a oboznámenie žiakov s tým, ako funguje súťaž a súťažný systém. Tým sa dá vysvetliť možno aj významný nárast úspešnosti v skupine úspešných riešiteľov oproti riešiteľom. Môžeme predpokladať, že úspešní riešitelia sa pred súťažou pripravovali a dané úlohy riešili. To je však iba náš predpoklad, ktorý nevieme overiť.

Ak by sme chceli v budúcnosti použiť tento typ zadania, môžeme zvážiť niekoľko ďalších úprav, ktoré by žiakom jasnejšie komunikovali spôsob relatívneho pohybu. Jedným z nich môže byť grafická podoba príkazov, ktorá určuje otočenie vykonávateľa. Tieto obrázky by sme napr. mohli nahradiť obrázkami ikon, ktoré sú pre žiakov známe z grafických editorov a ktoré znamenajú otočenie obrázka o 90 stupňov. Inou možnosťou je použiť textové príkazy, ktoré však nemusia byť vhodné pre mladších žiakov, ktorí majú problémy s čítaním dlhších textov. Ďalšou úpravou môže byť zmena distraktorov tak, že žiadny z nich by interpretáciou príkazov pomocou absolútneho pohybu nedostal vykonávateľa do cieľa.

V neposlednom rade môžeme v ďalších výskumoch uvažovať o zmene pohľadu na štvorčekovú sieť tak, ako je to v niektorých hrách, ktoré simulujú 3D zobrazenie, napríklad robot Karel [13]. Alebo využiť možnosti postupného krokovania riešenia pomocou interaktívnej pomôcky, či viac odlišiť tieto dva typy pohybu.

7 ZÁVER

V príspevku sme stručne rozobrali dva spôsoby ovládania vykonávateľa, ktorý sa pohybuje v štvorčekovej sieti. A to absolútny a relatívny pohyb. Zaujala nás nízka úspešnosť úlohy na relatívny pohyb v súťaži iBobor pre kategóriu Drobcí. Preto sme sa rozhodli pozmeniť jeden parameter v jej zadaní a zistiť, aké to bude mať dôsledky na úspešnosť. Ako parameter sme zvolili spôsob vysvetlenia ovládania vykonávateľa v zadaní. Namiesto obrázkovej formy sme využili textovú. Mali sme tak k dispozícii žiacke riešenia z úlohy Chod' do úľa z roku 2022/23 a Robotická korytnačka z roku 2023/24. V školskom roku 2023/24 súťažilo v kategórii Drobcí 25 925 žiakov a v roku 2022/23 24 566 žiakov. Získané výsledky sme podrobili kvantitatívnej analýze pomocou kontingenčných tabuliek. Z analýzy výsledkov výskumu, v ktorom sme upravili zadanie úlohy, vidíme, že úloha Robotická korytnačka (18,45 %) mala mierne vyššiu úspešnosť ako úloha Chod' do úľa (14,2 %). Táto úspešnosť je však stále veľmi nízka. Ani žiaci, ktorí úlohu riešili druhýkrát, nemali výrazne lepšie výsledky. Najčastejšie volenou odpoveďou v oboch rokoch bol distraktor, ktorý reprezentoval také príkazy, ktoré pri vykonaní pomocou absolútneho pohybu dovedú vykonávateľa do cieľa. Rovnakú úlohu sme dali aj študentom rozširujúceho štúdia informatiky, čo sú vyštudovaní učitelia dopĺňajúci si ďalší odbor. U nich bola úspešnosť riešenia vyššia, ale najčastejšie zvolená nesprávna odpoveď bol rovnaký distraktor ako u žiakov základnej školy. Z týchto údajov nám vychádza záver, že relatívny pohyb je stále extrémne náročný a to nielen pre najmladších žiakov.

8 POĎAKOVANIE

Radi by sme uviedli projekty VEGA 1/0621/22 ako aj APVV-20-0353 ako poskytovateľov finančných prostriedkov na realizáciu a uverejnenie našich výsledkov.

9 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Inovovaný Štátny vzdelávací program*. Online. Dostupné z: <https://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-1.stupen-zs/>, [cit. 18. 12. 2023].
- [2] *Medzinárodná informatická súťaž iBobor*. Online. Dostupné z: <https://bebras.org>, [cit. 18. 12. 2023].

- [3] HRUŠECKÁ, Andrea a Karolína MIKOVÁ: Identifikácia gradácie informatických konštruktov pri vyučovaní edukačnej robotiky na 1. stupni ZŠ. In: *DidInfo 2021*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 2021. s. 118–122. ISBN 978-80-557-1823-1.
- [4] *Pracovný list Twinkl. Describing Movement and Turns*. Online. Dostupné z: <http://www.wedmorefirstschool.org.uk/perch/resources/documents/lesson-4-activity-cards-describe-movement-and-turns.pdf>, [cit. 18. 12. 2023].
- [5] *Pracovný list White Rose Maths. Describing movement*. Online. Dostupné z: <https://swaythlingprimary.net/wp-content/uploads/2020/06/Week-9-Movements-turns-and-mass-worksheets.pdf>, [cit. 18. 12. 2023].
- [6] *Pracovný list Summer. Describe movement and turns Answers*. Online. Dostupné z: <https://whinmoorstpauls.co.uk/wp-content/uploads/2023/07/Maths-Monday-answers.pdf>, [cit. 18. 12. 2023].
- [7] STAUB, Jacqueline. *Programming in K–6: Understanding Errors and Supporting Autonomous Learning*. ETH Zürich. Doctoral thesis. 2021.
- [8] PAPERT, Seymour. *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc., 1980. ISBN 0-465-04627-4.
- [9] BUDINSKÁ, Lucia. *Absolútny a relatívny pohyb vo vyučovaní programovania*. Univerzita Komenského. Záverečná práca. 2016.
- [10] BUDINSKÁ, Lucia a Karolína MAYEROVÁ. *Rovnaké alebo rôzne? Čo spôsobila zmena motivácie v dvoch úlohách v súťaži iBobor*. In: *DidInfo 2020*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2020. s. 60–67. ISBN 978-80-7494-532-8.
- [11] CRESWELL, John Ward. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2002. ISBN 978-0-13-136739-5.
- [12] WIMMER, Gejza. *Štatistické metódy v pedagogike*. Hradec Králové: GAUDEAMUS, 1993. ISBN 80-7041-864-8.
- [13] VÝBOŠŤOK, Jaroslav a Tomáš GALBAVÝ. *Robot Karel*. Online. Dostupné z: <https://robotkarel.sk/karel-free/>, [cit. 18. 12. 2023].

Kvalitatívna analýza riešenia grafových úloh s ChatGPT

Qualitative analysis of graph problem solving with ChatGPT

Jarmila Škrinárová¹ Adrián Hamada² Patrik Voštinár¹ Michal Vagač¹

¹Katedra informatiky FPV UMB, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovensko

²Fakulta riadenia a informatiky, ŽU v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko

jarmila.skrinarova@umb.sk, hamada@stud.uniza.sk, patrik.vostinar@umb.sk,
michal.vagac@umb.sk

EXTENDED ABSTRACT

The ChatGPT tool has become one of the most popular applications of artificial intelligence, which is used to obtain answers to questions, but especially to solve tasks from various fields. We have encountered opinions that some answers of the ChatGPT are accurate, and others are wrong, or that students will not be able to solve tasks due to the availability of the ChatGPT tool, which will lead to a degradation of the student's thinking.

We asked ourselves a research question: "Does the solution of graph tasks with ChatGPT contribute to the degradation of the student's thinking of the 1st and 2nd year of gymnasiums". We focused on solving graph tasks for the "Junior" category of the iBobor competition. These tasks are: "Pedigree" from 2012/13 and "Photos on the social network" from 2015/16.

We gradually presented the solution to both tasks. Each task was solved by several students, in Informatics methodology subject, who worked together and thus 5 experiments were created with the aim of answering the questions specified for the qualitative analysis and answering the research question.

We specified questions for qualitative analysis: Do the students understand the assignment? Can the assignment as formulated for the student be used as an assignment for ChatGPT? How should we phrase questions for ChatGPT to get the expected type of response? Is ChatGPT's answer to our questions always, correct? Does entering a task for ChatGPT in Slovak and English language lead to the same answers?

Based on the results of the experiments, we were able to gradually formulate the answers:

It is essential that students clearly understand the assignment. We perceive the importance of the teacher in the analysis of the task, specification of details and communication with the students. We have shown that it is necessary to divide a complex assignment into parts. Skill in asking questions needs to be acquired. ChatGPT is a new and dynamically changing tool. Therefore, it is necessary to work with this tool and perceive the "learning" feature of this tool. The ChatGPT response is not always correct. The necessity of knowing how to solve tasks correctly was confirmed for us. This is necessary so that we can judge whether ChatGPT responded correctly or not. Entering a task for ChatGPT in Slovak and English can lead to different answers. We interpret this as the student's ability to better formulate an assignment in English than a "machine" translation from the Slovak language does.

Based on the qualitative analysis, we can conclude that the teacher and the student, when solving tasks with ChatGPT, need: understand the task assignment in detail, be able to formulate the tasks more consistently for ChatGPT and possibly reformulate or supplement this assignment and be able to correctly solve graph tasks so that we can verify the correctness of the ChatGPT solution.

It follows from the above that we must reject the hypothesis in the research question. We have shown that student's thinking does not degrade. We have shown that the consistent solution of graph tasks with ChatGPT contributes to the development of the thinking of teachers and pupils.

Key words

Graph tasks, iBobor competition, ChatGPT, thinking development.

ABSTRAKT

V tomto príspevku skúmame využitie nástroja ChatGPT na školách pri riešení úloh zo súťaže iBobor. Vybrané grafové úlohy sme najskôr so študentami učiteľstva informatiky overili tradičným spôsobom a následne aj pomocou ChatGPT.

Položili sme si výskumnú otázku: „Prispieva riešenie grafových úloh s ChatGPT k degradácii myslenia žiakov 1. a 2. ročníka gymnázií“. Preto sme navrhli experimenty, špecifikovali výskumné otázky a urobili kvalitatívnu analýzu, zameranú na skúmanie rozvoja myslenia učiteľa a žiaka pri práci s ChatGPT. Na základe analýzy skúmame ako sa menia kompetencie učiteľov a žiakov pri riešení úloh s použitím ChatGPT. Zamerali sme sa na riešenie grafových úloh pre kategóriu „Junior“ súťaže iBobor. Ide o úlohy: „Rodokmeň“ z roku 2012/13 a „Fotky na sociálnej sieti“ z roku 2015/16. Postupne sme predstavili riešenie oboch úloh. Každú úlohu riešili viacerí študenti, ktorí spolupracovali a tak vzniklo 5 experimentov s cieľom odpovedať na otázky, špecifikované pre kvalitatívnu analýzu a tiež odpovedať na výskumnú otázku.

Špecifikovali sme otázky pre kvalitatívnu analýzu: Rozumejú žiaci zadaniu úlohy?, Je možné zadanie úlohy tak, ako je formulované pre žiaka, použiť ako zadanie úlohy pre ChatGPT? Ako máme formulovať otázky pre ChatGPT, aby sme dostali očakávaný typ odpovede? Je odpoveď ChatGPT na naše otázky vždy správna? Vedie zadanie úlohy pre ChatGPT v slovenskom jazyku a v anglickom jazyku k rovnakým odpovediam?

Na základe kvalitatívnej analýzy môžeme konštatovať, že učiteľ a rovnako aj žiak pri riešení úloh s ChatGPT potrebujú: detailne rozumieť zadaniu úlohy, dôslednejšie vedieť formulovať zadanie pre ChatGPT a prípadne toto zadanie preformulovať, alebo doplniť, vedieť správne riešiť grafové úlohy tak, aby sme vedeli overiť správnosť riešenia ChatGPT,

Z uvedeného vyplýva, že hypotézu špecifikovanú vo výskumnej otázke musíme odmietnuť. Ukázali sme, že nielen nedochádza k degradácii myslenia. Ukázali sme, že je to práve naopak a môžeme konštatovať, že dôsledné riešenie grafových úloh s ChatGPT prispieva k rozvoju myslenia učiteľov a žiakov.

Kľúčové slová

Grafové úlohy, súťaž iBobor, ChatGPT, rozvoj myslenia.

1 ÚVOD

V tomto príspevku analyzujeme a diskutujeme o rozvoji myslenia učiteľov a žiakov pri vyučovaní s podporou umelej inteligencie. V súčasnosti sa veľa hovorí o ChatGPT ako o nástroji, ktorý môže byť veľmi užitočný a nápomocný pri riešení mnohých úloh. Tiež sa diskutuje o tom, ako tento nástroj „nahradí učiteľa“ a ako žiaci prestanú riešiť úlohy a postupne budú strácať schopnosť rozmýšľať, atď. Preto sme v predmete Didaktika informatiky v magisterskom študijnom programe Učiteľstva informatiky v kombinácii navrhli experiment. Zvolili sme vhodné úlohy a spolu so študentami sme ich overili, pričom sme riešenie hľadali tradičným spôsobom, ale aj pomocou ChatGPT. Zamerali sme sa na grafové úlohy z archívu zo súťaže iBobor, ktoré sú určené pre „Juniorov“, t. j. pre 1. a 2. ročník gymnázií a stredných škôl, a ročníkov kvinta a sexta osemročných gymnázií, ktoré sú dostupné na <https://ibobor.sk/>. Cieľom tohto príspevku je kvalitatívna analýza zameraná na skúmanie rozvoja myslenia žiaka pri práci s ChatGPT. Kladieme si výskumnú otázku: „Prispieva riešenie grafových úloh s ChatGPT k degradácii myslenia žiakov 1. a 2. ročníka gymnázií ...“. Na základe analýzy skúmame ako sa menia kompetencie učiteľov a žiakov pri riešení úloh s použitím ChatGPT. Zaujímá nás, či žiaci rozumejú zadaniu úlohy. Skúmame, či zadanie úlohy tak, ako je formulované pre žiaka môžeme rovnako predložiť na riešenie pre ChatGPT. Ako máme formulovať otázky pre ChatGPT, aby sme dostali očakávaný typ odpovede? Je odpoveď ChatGPT na naše otázky vždy správna? Zaujímavá je tiež otázka či zadanie úlohy pre ChatGPT v slovenskom jazyku a v anglickom jazyku vedie k rovnakým odpovediam.

2 UMEĽÁ INTELIGENCIA VO VYUČOVACOM PROCESE

Využívaním umelej inteligencie vo vyučovacom procese sa zaoberalo viacero výskumov. Baidoo-Anu a Owusu Ansah sa vo svojom príspevku [1] venovali výhodám (napr. podpora personalizovaného a interaktívneho učenia, generovanie podnetov pre aktivity formatívneho hodnotenia) a nevýhodám (napr. generovanie nesprávnych informácií, zaujatosť pri tréningu údajov, ktorá môže zvýšiť existujúcu zaujatosť, problémy so súkromím) používania tohto nástroja. Ich štúdia ponúka odporúčania, ako by sa ChatGPT mohol využívať vo vyučovacom procese. Lo [2] sa vo svojej štúdiu zameral na možnosti využívania ChatGPT vo vzdelávaní, a o potenciálnych problémoch, ktoré výskumníci nastolili počas prvých troch mesiacov od jeho uvedenia na trh (t. j. od decembra 2022 do februára 2023). Z výsledkov jeho výskumu vyplynulo, že výkonnosť ChatGPT sa v jednotlivých tematických oblastiach líši, a to od vynikajúcej (napr. ekonomika) a uspokojivej (napr. programovanie) až po neuspokojivú (napr. matematika). Hoci ChatGPT má potenciál slúžiť ako asistent pre vyučujúcich (napr. na generovanie materiálov ku kurzu a poskytovanie návrhov) a virtuálny tuteur pre žiakov (napr. na zodpovedanie otázok a uľahčenie spolupráce), s jeho používaním boli spojené problémy (napr. generovanie nesprávnych alebo falošných informácií a obchádzanie detektorov plagiátorstva). Rahman a Watanobe sa zaoberali vo svojom výskume [3] príležitosťami a hrozbami, ktoré ChatGPT predstavuje pre celkové vzdelávanie z pohľadu žiakov a pedagógov. Vo výskume sa zaoberali napríklad otázkou, ako ChatGPT pomáha žiakom zlepšiť ich programátorské zručnosti. Zhai vo svojej štúdiu [4] urobil pilotné testovania ChatGPT s cieľom napísať akademickú prácu s názvom Umeľá inteligencia pre vzdelávanie. Výsledok pilotného testovania naznačujú, že ChatGPT dokáže pomôcť výskumníkovi napísať prácu, ktorá je ucelená, (častočne) presná, informatívna a systematická. Písanie je mimoriadne efektívne (2 – 3 hodiny) a vyžaduje si veľmi obmedzené odborné znalosti autora. Zo štúdie vyplynulo, že na dosiahnutie vzdelávacích cieľov by mali výskumníci navrhnúť vzdelávacie úlohy s využitím umelej inteligencie, ktoré by zapojili žiakov do riešenia problémov reálneho sveta. Jalil a kol. zisťovali vo svojom výskume [5], ako dobre si ChatGPT vedie, keď má za úlohu odpovedať na bežné otázky. Z výsledku vyplynulo, že vzhľadom na svoje súčasné možnosti je ChatGPT schopný odpovedať na 77,5 % skúmaných otázok a že z týchto otázok je schopný poskytnúť správne alebo čiastočne správne odpovede v 55,6 % prípadov. Ramazan Yilmaz a Fatma Yilmaz sa zamerali vo svojom výskume [6] na využívanie umelej inteligencie počas ôsmich týždňov pri riešení úloh v rámci predmetu Objektovo orientované programovanie II. Počas celého výskumného procesu žiaci každý týždeň dostávali projektové úlohy súvisiace s kurzom a pri ich riešení mali používať ChatGPT. Výskumné údaje sa zbierali pomocou formulára pozostávajúceho z otvorených otázok a analyzovali sa prostredníctvom obsahovej analýzy. Výsledky výskumu odhalili výhody aj nevýhody používania ChatGPT, ako ich vnímajú žiaci. Žiaci uviedli, že hlavnými výhodami používania ChatGPT pri výučbe programovania sú poskytovanie rýchlych a väčšinou správnych odpovedí a zlepšenie zručností informatického myslenia. Medzi hlavné obmedzenia používania ChatGPT vo výučbe programovania uviedli zvyknutie si žiakov na pomoc umelej inteligencie (lenivosť žiakov zamýšľať sa nad riešením), neschopnosť odpovedať na niektoré otázky alebo poskytovanie neúplných/nesprávnych odpovedí.

3 EXPERIMENTY

V predmete Didaktika informatiky sme, v rámci experimentu, navrhli 2 úlohy. Zamerali sme sa na grafové úlohy z archívu zo súťaže iBobor, ktoré sú určené pre „Juniorov“, t. j. pre 1. a 2. ročník gymnázií a stredných škôl, a ročníkov kvinta a sexta osemročných gymnázií, ktoré sú dostupné na <https://ibobor.sk/>. Ide o úlohy: „Rodokmeň“ z roku 2012/13 a „Fotky na sociálnej sieti“ z roku 2015/16.

V nasledujúcej časti postupne predstavíme riešenie oboch úloh. Každú úlohu riešili viacerí študenti, ktorí spolupracovali a tak vzniklo 5 experimentov s cieľom odpovedať na otázky, špecifikované pre kvalitatívnu analýzu a tiež odpovedať na výskumnú otázku.

Očakávaný výstup, v rámci experimentu, od každého študenta je:

- Detailne porozumieť zadaniu úlohy z archívu iBobor a vyjadriť sa k zrozumiteľnosti zadania.
- Vytvoriť vlastné riešenie úlohy, spolupracovať a porovnať riešenia študentov, s cieľom nájsť správne riešenie.
- Formulovať zadania pre ChatGPT.
- Pracovať s ChatGPT – postupná špecifikácia otázok a odpovedí, až kým nedôjdeme k správne výsledku.
- Porovnať riešenia ChatGPT.
- Diskutovať o experimentoch a špecifikovať logické závery a odpovede, ktoré vedú k potvrdeniu, alebo odmietnutiu hypotézy, špecifikovanej vo výskumnej otázke.

3.1 Rodokmeň

3.1.1 Zadanie úlohy „Rodokmeň“

Program zobrazuje rodokmeň Jozefa. Jozef má tri deti, ktoré sú s ním spojené čiarami. Deti sú nakreslené zľava doprava podľa poradia, v akom sa narodili. Pod nimi sú rovnakým spôsobom nakreslené ich deti, atď.

V programe je zvolený Mišo (pozri obrázok 1). Ak chceme zvoliť iného člena Jozefovej rodiny, musíme povedať postupnosť príkazov. Program ovládame hlasom a pozná tieto príkazy:

- rodič – zvolí rodiča práve zvolenej osoby
- dieťa N – zvolí N-té dieťa práve zvolenej osoby. Napríklad: príkaz dieťa 3 zvolí tretie dieťa zľava.

Koho zvolí program, ak je aktuálne zvolený Mišo a povieme tieto príkazy:
rodič, rodič, rodič, dieťa 1, dieťa 2, dieťa 1?

Riešením je jedna z možností: Dano alebo Sofia alebo Viktor alebo Mat'o.

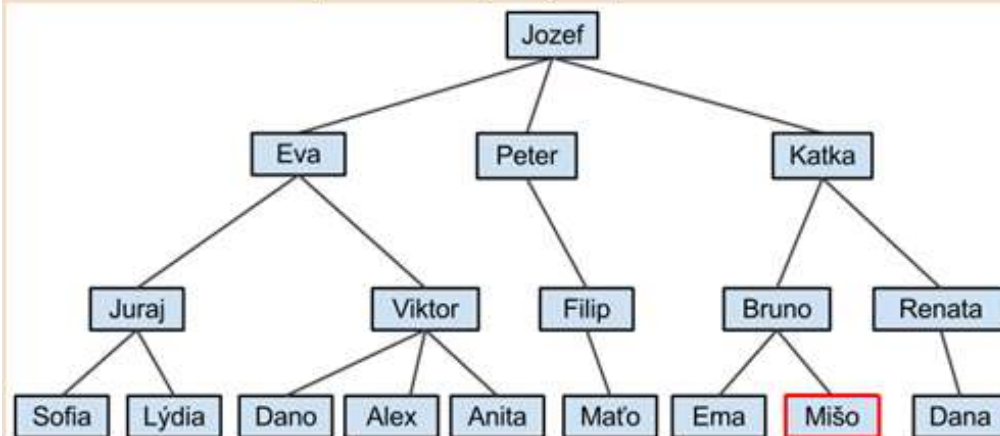
3. Rodokmeň

Program zobrazuje rodokmeň Jozefa. Jozef má tri deti, ktoré sú s ním spojené čiarami. Deti sú nakreslené zľava doprava podľa poradia, v akom sa narodili. Pod nimi sú rovnakým spôsobom nakreslené ich deti, atď.

V programe je zvolený Mišo (pozri obrázok). Ak chceme zvoliť iného člena Jozefovej rodiny, musíme povedať postupnosť príkazov. Program ovládame hlasom a pozná tieto príkazy:

rodič - zvoli rodiča práve zvolenej osoby

dieťa N – zvoli N-té dieťa práve zvolenej osoby. Napríklad: **dieťa 3** zvoli tretie dieťa.



Koho zvoli program, ak je aktuálne zvolený Mišo a povieme tieto príkazy:

rodič, rodič, rodič, dieťa 1, dieťa 2, dieťa 1

- Sofia
- Dano
- Viktor
- Maťo

Obrázok 1: Zadanie úlohy „Rodokmeň“ zo súťaže iBobor

3.1.2 Riešenie úlohy „Rodokmeň“

Vlastné riešenie

Danú úlohu riešime tak, že postupujeme podľa nasledovných príkazov programu:

Prvý príkaz je rodič: rodičom Miša je Bruno. Program sa nastaví na Bruno.

Druhý príkaz je rodič: rodičom Bruna je Katka. Program sa nastaví na Katka.

Tretí príkaz je rodič: rodičom Katky je Jozef. Program sa nastaví na Jozef.

Štvrtý príkaz je dieťa 1: prvým dieťaťom Jozefa je Eva. Program sa nastaví na Eva.

Piaty príkaz je dieťa 2: druhým dieťaťom Evy je Viktor. Program sa nastaví na Viktor.

Šiesty príkaz je dieťa 1: prvým dieťaťom Viktora je Dano. Program sa nastaví na Dano.

Riešenie úlohy je Dano.

Formulovanie úlohy pre ChatGPT

Program zobrazuje rodokmeň Jozefa. V programe je zvolený Mišo (pozri obrázok 1). Ak chceme zvoliť iného člena Jozefovej rodiny, musíme povedať postupnosť príkazov. Program ovládame

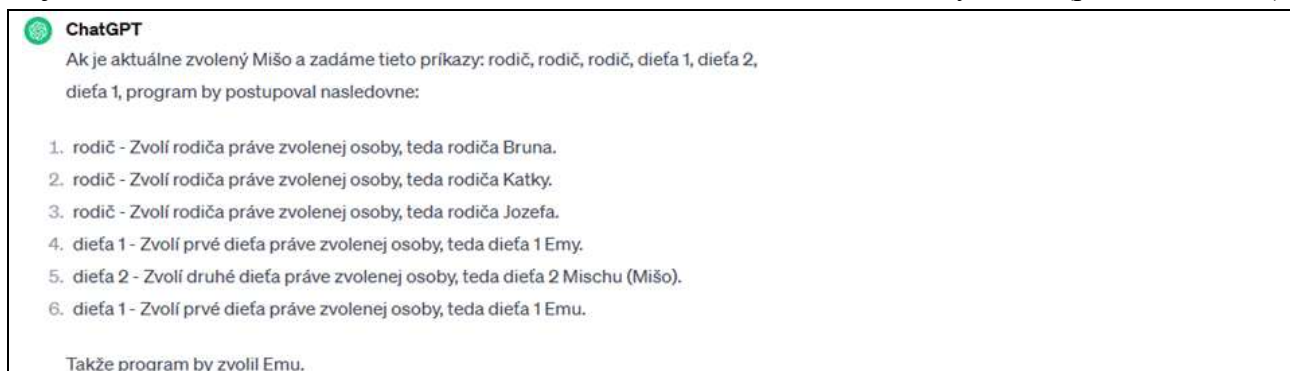
hlasom a pozná tieto príkazy: príkaz rodič – zvolí rodiča práve zvolenej osoby a príkaz dieťa N – zvolí N-té dieťa práve zvolenej osoby. Napríklad: dieťa 3 zvolí tretie dieťa.

Na obrázku 1 je rodokmeň Jozefa: Rodič Jozef má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Eva, dieťa 2 Peter, dieťa 3 Katka. Rodič Eva má deti v nasledovnom poradí Eva má dieťa 1 Juraj, dieťa 2 Viktor. Rodič Juraj má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Sofia, dieťa 2 Lýdia. Rodič Viktor má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Dano, dieťa 2 Alex, dieťa 3 Anita. Rodič Peter má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Filip. Rodič Filip má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Mat'o. Rodič Katka má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Bruno, dieťa 2 Renata. Rodič Bruno má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Ema, dieťa 2 Mišo. Rodič Renata má deti v nasledovnom poradí dieťa 1 Dana.

Koho zvolí program, ak je aktuálne zvolený Mišo a povieme tieto príkazy: rodič, rodič, rodič, dieťa 1, dieťa 2, dieťa 1?

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 1

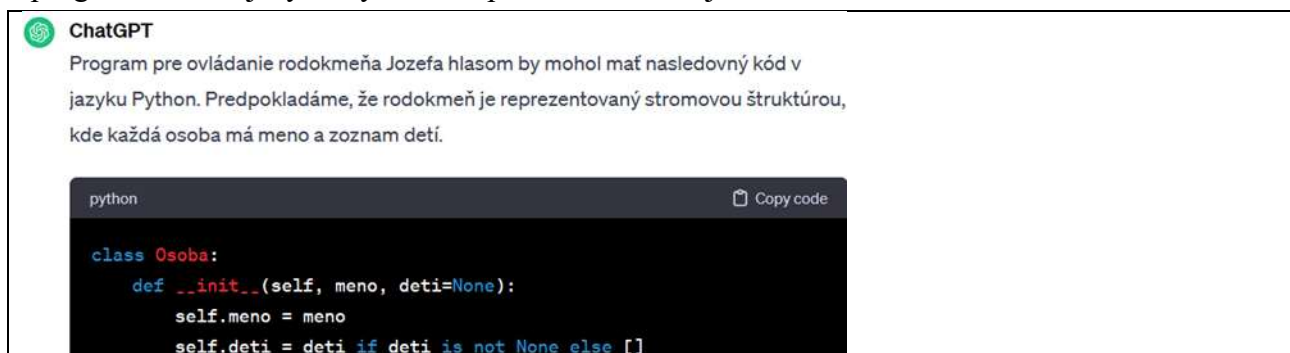
Najskôr dostal ChatGPT dané zadanie ako celok, čo nevedlo k dobrému výsledku (pozri obrázok 2).



Obrázok 2: Riešenie úlohy Rodokmeň pomocou ChatGPT – nesprávny výsledok

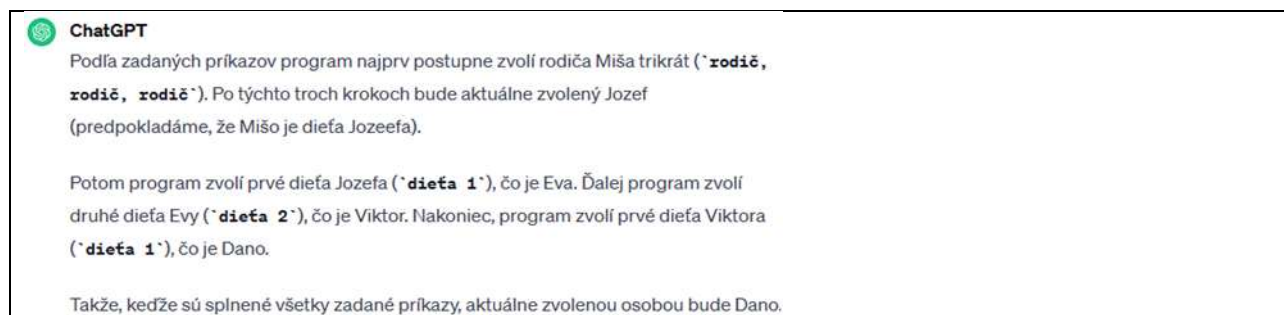
Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 2

Potom sme zadávali pre ChatGPT zadanie po častiach (jednotlivé odseky zvlášť) a ChatGPT odpovedal správne. Po zadaní prvých dvoch častí zadania vytvoril ChatGPT program v programovacom jazyku Python. Odpoveď ChatGPT je na obrázku 3.



Obrázok 3: Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 2, časť 1

Po zadaní otázky „Koho zvolí program, ak je aktuálne zvolený Mišo a povieme tieto príkazy: rodič, rodič, rodič, dieťa 1, dieťa 2, dieťa 1?“ Riešenie vytvorené pomocou ChatGPT je na obrázku 4.



Obrázok 4: Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 2, časť 2

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 3

Urobili sme ďalšiu úpravu, pričom sme zmenili druhý odsek zadania takto:

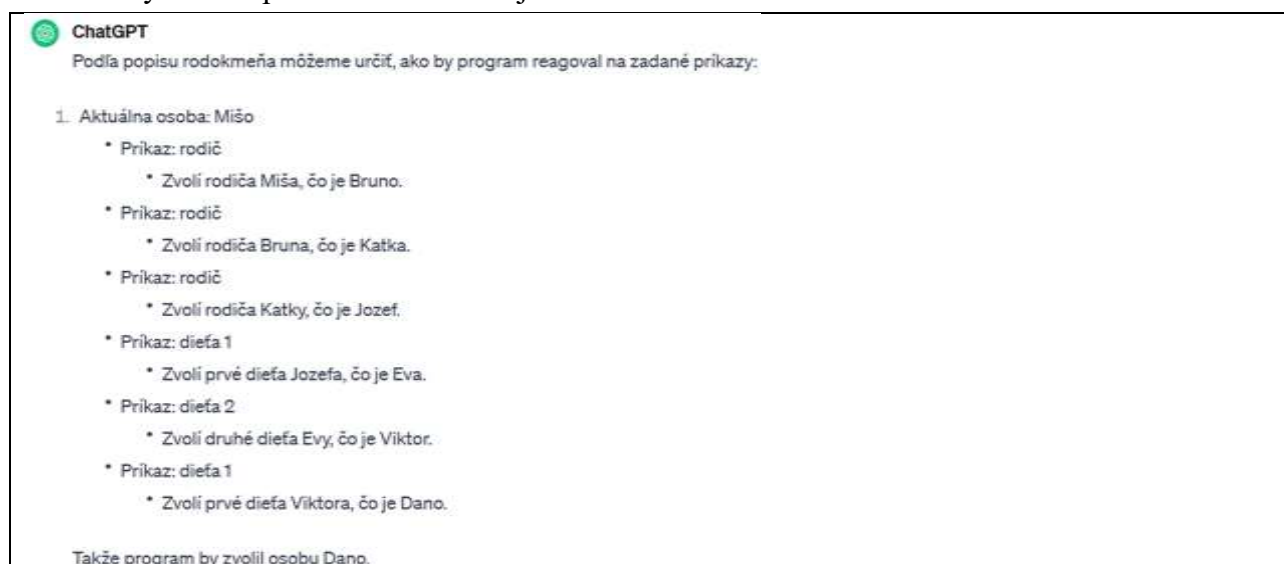
Popis obrázka: (mená detí v zátvorkách značia zľava najmladších)

Jozef má 3 deti (Eva, Peter, Katka)

Eva má 2 deti (Juraj, Viktor), Peter má 1 dieťa (Filip), Katka má 2 deti (Bruno, Renata)

Juraj má 2 deti (Sofia, Lýdia), Viktor má 3 deti (Dano, Alex, Anita), Filip má 1 dieťa (Maťo), Bruno má 2 deti (Ema, Mišo), Renata má 1 dieťa (Dana).

Riešenie vytvorené pomocou ChatGPT je na obrázku 5.



Obrázok 5: Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 3

Diskusia k riešeniu úlohy

Úloha je jednoduchá. Zrozumiteľnosť zadania úlohy pre žiakov hodnotíme 5/5 bodov. Je potrebné venovať pozornosť formulácii zadania úlohy pre ChatGPT. Nevhodne formulované zadanie úlohy môže viesť k chybným výsledkom (experiment 1). Pozorovali sme, že na získanie dobrého výsledku je vhodné členiť úlohu na menšie časti. Riešenie úlohy (v experimente 2) je správne a to aj napriek tomu, že ChatGPT nedostal na výber žiadne možnosti. Zistili sme, že ChatGPT interpretoval slovo „program“ v zadaní ako výzvu na vytvorenie programu. Program vytvoril v programovacom jazyku Python a prostredníctvom programu správne vyriešil úlohu.

V experimente 3 sme preformulovali text zadania a zistili sme, že takto naformulované zadanie je vhodnejšie pre ChatGPT ako text zadania z experimentov 1 a 2.

3.2 Fotky na sociálnej sieti

3.2.1 Zadanie úlohy "Fotky na sociálnej sieti"

Sedem bobrov je na sociálnej sieti, v ktorej môžu vidieť fotky svojich priateľov a aj tie fotky, ktoré dajú na sieť priatelia ich priateľov. Na obrázku 6 sú znázornené priateľstvá. Ak sú dva bobry priatelia, sú spojené čiarou. Po letných prázdninách dal každý bobor na sociálnu sieť svoje fotky. Fotky ktorého bobra mohlo vidieť najviac bobrov tejto sociálnej siete? Riešením je jedna z možností: Jakub alebo Samo alebo Tomáš alebo Adam.

5. Fotky na sociálnej sieti

Sedem bobrov je na sociálnej sieti, v ktorej môžu vidieť fotky svojich priateľov a aj tie fotky, ktoré dajú na sieť priatelia ich priateľov. Na obrázku sú znázornené priateľstvá. Ak sú dva bobry priatelia, sú spojené čiarou.

Po letných prázdninách dal každý bobor na sociálnu sieť svoje fotky. Fotky ktorého bobra mohlo vidieť najviac bobrov tejto sociálnej siete?

Tomáš
 Jakub
 Adam
 Samo

Obrázok 6: Zadanie úlohy „Fotky na sociálnej sieti“ zo súťaže iBobor

3.2.2 Riešenie úlohy "Fotky na sociálnej sieti"

Vlastné riešenie úlohy

Aby sme zistili, fotky ktorého bobra videlo najviac bobrov, môžeme si spraviť tabuľku, do ktorej si zapíšeme, ktoré bobry videli koho fotky. Nezabudnime, že bobry vidia fotky svojich priateľov a aj tie fotky, ktoré dali na sieť priatelia ich priateľov. Naše riešenie zodpovedá správne riešeniu súťaže iBobor (pozri obrázok 7). Vidíme, že najviac priateľov na sociálnej sieti bobrov videlo fotky bobra Tomáša.

<i>bobor</i>	<i>priatel'ia</i>	<i>priatel'ia ich priatel'ov, ktorí ešte neboli spomenutí</i>	<i>počet bobrov</i>
Adam	Lukáš, Tomáš	Jakub, Samo	4
Lukáš	Adam	Tomáš	2
Tomáš	Adam, Jakub, Samo	Lukáš, Dano, Filip	6
Dano	Jakub, Samo	Tomáš, Filip	4
Jakub	Tomáš, Dano	Adam, Jakub, Samo	5
Samo	Tomáš, Dano, Filip	Adam, Jakub	5
Filip	Samo	Dano, Tomáš	3

Obrázok 7: Správne riešenie úlohy Fotky na sociálnej sieti, (zdroj: <https://ibobor.sk/>)

Formulovanie zadania úlohy pre ChatGPT – experiment 4

So šikovnými žiakmi sa môžeme rozprávať o grafoch a vysvetlíme ako je možné slovne definovať vzťahy v grafoch a ako to vieme zapísať. Preto sme formulovali textové znenie zadania úlohy pre ChatGPT takto:

Sedem bobrov je na sociálnej sieti, kde môžu vidieť fotografie svojich priateľov a tiež fotografie, ktoré umiestnili na sieti svojich priateľov. Na obrázku sú znázornené priateľstvá. Ak sa dvaja bobry priatel'ia, sú spojení čiarou. Máme graf $d \{ \text{Adam: (Lukáš, Tomáš)}, \text{Lukáš: (Adam)}, \text{Tomáš: (Jakub, Samo, Adam)}, \text{Dano: (Jakub, Samo)}, \text{Jakub: (Tomáš, Dano)}, \text{Samo: (Tomáš, Dano, Filip)}, \text{Filip: (Samo)} \}$, kde kľúč je meno bobra a hodnota sú jeho priatel'ia. Po letných prázdninách každý bobor zverejnil svoje fotografie na sociálnej sieti. Fotografie ktorého bobra mohlo vidieť najviac bobrov tejto sociálnej siete?

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 4

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT sa nachádza na obrázku 8.

ChatGPT
Pre riešenie tohto problému môžeme použiť algoritmus prehľadávania do hĺbky (DFS - Depth-First Search) alebo prehľadávania do šírky (BFS - Breadth-First Search) na identifikáciu komponentov siete a ich veľkosti. Cieľom je nájsť bobra s najväčším počtom priateľov v danej komponente.

V tomto prípade budeme používať DFS. Implementujeme funkciu, ktorá prejde všetkých bobrov v grafe a pre každého zavolá DFS, aby spočítala veľkosť jeho komponentu. Nakoniec nájdeme bobra s najväčšou komponentou.

Tu je príklad v Pythone:

```
python
from collections import defaultdict

def dfs(graph, node, visited):
    visited[node] = True
    size = 1
    for neighbor in graph[node]:
        if not visited[neighbor]:
            size += dfs(graph, neighbor, visited)
```

Obrázok 8: Riešenie úlohy Fotky na sociálnej sieti pomocou ChatGPT experiment 4, časť 1

ChatGPT odpovedal, že je potrebné prehľadávať graf do šírky a napísal kód riešenia v Pythone. Nedostali sme však odpoveď na našu otázku. Preto sa pýtame ChatGPT ďalej takto:

A odpoveď znie?

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT sa nachádza na obrázku 9. ChatGPT odpovedal nesprávne a odpoveď znela: *Samo*.



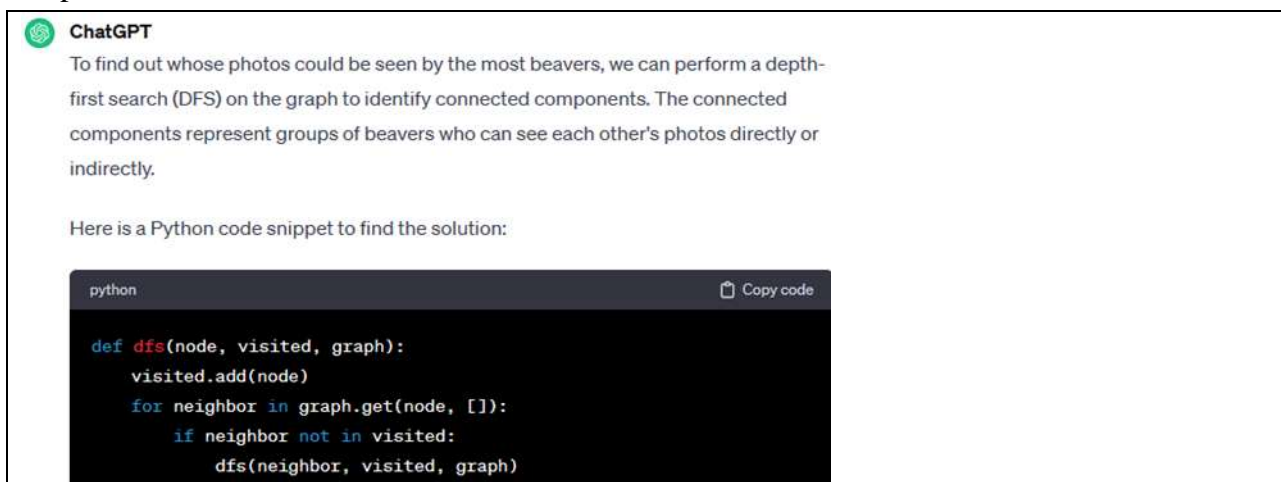
Obrázok 9: Riešenie úlohy Fotky na sociálnej sieti pomocou ChatGPT experiment 4, časť 2

Formulovanie úlohy pre ChatGPT – experiment 5

Preto sme skúsili preložiť zadanie úlohy do anglického jazyka a zadali sme úlohu ChatGPT v takto: Seven beavers are on a social network where they can see their friends' photos and also the photos they put on their friends' friends' networks. The picture shows friendships. If two beavers are friends, they are connected by a line. we have a graph $d = \{ \text{Adam: (Lukas, Tomas), Lukas: (Adam), Tomas: (Jakub, Samo, Adam), Dano: (Jakub, Samo), Jakub: (Tomas, Dano), Samo: (Tomas, Dano, Filip), Filip: (Samo)} \}$, where key is name of the beaver and value is its friends. After the summer holidays, each beaver posted their photos on the social network. Photos of which beaver could be seen by the most beavers of this social network?

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT – experiment 5

Riešenie úlohy pomocou ChatGPT sa nachádza na obrázku 10. ChatGPT odpovedal rovnako ako v experimente 4.



Obrázok 10: Riešenie úlohy Fotky na sociálnej sieti pomocou ChatGPT experiment 5, časť 1

Preto sme sa znova pýtali: And answer?

Teraz sme dostali správnu odpoveď. Správne riešenie úlohy pomocou ChatGPT sa nachádza na obrázku 11.



Obrázok 11: Správne riešenie úlohy Fotky na sociálnej sieti pomocou ChatGPT experiment 5, časť 2

Diskusia k riešeniu

Zadanie je čiastočne neaktuálne, nakoľko v dnešnej dobe na sociálnej sieti ma väčšina ľudí súkromne profily. Ak by sme počítali s tým, že môžu vidieť fotky priateľa priateľov, tak prečo potom priatelia ich priateľov už nemôžu vidieť tak, ako je to v skutočných sieťach? Preto si myslíme, že žiakov, v dnešnej dobe, by to mohlo mýliť. Máme za to, že sme správne porozumeli zadaniu, potom očakávaný výsledok na otázku: „Fotky ktorého bobra mohlo vidieť najviac bobrov tejto sociálnej siete?“ je : „Fotky Tomáša videlo 6 priateľov na sociálnej sieti“. Môžeme si položiť otázku, či by každý bobor nemal vidieť aj vlastnú fotku, potom by výsledok mal byť 7. Použitie zadania úlohy „Fotky na sociálnej sieti“ v slovenskom jazyku a v anglickom jazyku viedlo k rôznym odpovediam. To si vysvetlíjeme tak, že ChatGPT lepšie pracuje s anglickým jazykom.

4 KVALITATÍVNA ANALÝZA

Položili sme si výskumnú otázku: „Prispieva riešenie grafových úloh s ChatGPT k degradácii myslenia žiakov 1. a 2. ročníka gymnázií ". Skôr, ako odpovieme na túto otázku je potrebné urobiť kvalitatívnu analýzu, zameranú na skúmanie rozvoja myslenia učiteľa a žiaka pri práci s ChatGPT. Na základe analýzy skúmame ako sa menia kompetencie učiteľov a žiakov pri riešení úloh s použitím ChatGPT. Zamerali sme sa na riešenie grafových úloh pre kategóriu „Junior“ súťaže iBobor.

Preto poďme postupne odpovedať na tieto otázky:

- Rozumejú žiaci zadaniu úlohy?
- Je možné zadanie úlohy tak, ako je formulované pre žiaka, použiť ako zadanie úlohy pre ChatGPT?
- Ako máme formulovať otázky pre ChatGPT, aby sme dostali očakávaný typ odpovede?
- Je odpoveď ChatGPT na naše otázky vždy správna?
- Vedie zadanie úlohy pre ChatGPT v slovenskom jazyku a v anglickom jazyku k rovnakým odpovediam?

Otázka 1: Rozumejú žiaci zadaniu úlohy?

Úlohy a ich riešenie sú v súťaži iBobor pripravené dôsledne. Nie všetky detaily sa dajú zachytiť v zadaní úlohy, preto tu vnímame dôležitosť učiteľa pri analýze zadania, špecifikácie detailov a komunikácii so žiakmi. Je nevyhnutné, aby žiaci jednoznačne rozumeli zadaniu úlohy.

Otázka 2: Je možné zadanie úlohy tak, ako je formulované pre žiaka, použiť ako zadanie úlohy pre ChatGPT?

Pomocou experimentov sme ukázali, že pre ChatGPT je potrebné preformulovať zadanie. Ukázali sme, že komplexné zadanie je vhodné členiť na časti.

Otázka 3: Ako máme formulovať otázky pre ChatGPT, aby sme dostali očakávaný typ odpovede?

Je potrebné získať zručnosť pri zadávaní otázok. ChatGPT je nový a dynamicky sa meniaci nástroj. Preto je potrebné s týmto nástrojom pracovať a vnímať vlastnosť „učenia sa“ tohto nástroja.

Otázka 4: Je odpoveď ChatGPT na naše otázky vždy správna?

Výsledky experimentov ukázali, že odpoveď nie je vždy správna. Potvrdila sa nám nevyhnutnosť naučiť sa vhodne špecifikovať zadanie pre ChatGPT. Môžeme konštatovať, že stále potrebujeme poznať (vedieť správne riešiť úlohy). Je to nevyhnutné, aby sme vedeli posúdiť, či ChatGPT odpovedal správne, alebo nie.

Otázka 5: Vedie zadanie úlohy pre ChatGPT v slovenskom jazyku a v anglickom jazyku k rovnakým odpovediam?

Experimenty ukázali, že zadanie úlohy pre ChatGPT v slovenskom jazyku a v anglickom jazyku môže viesť k rôznym odpovediam. Vysvetľujeme si to ako schopnosť žiaka lepšie formulovať zadanie v anglickom jazyku, ako to robí „strojový“ preklad zo slovenského jazyka. Predpokladáme, že „strojové“ spracovanie pri preklade slovenského jazyka sa bude časom zlepšovať.

Vráťme sa k našej výskumnej otázke: „Prispieva riešenie grafových úloh s ChatGPT k degradácii myslenia žiakov 1. a 2. ročníka gymnázií“. Na základe diskusií (na hodinách didaktiky informatiky), po experimentoch s grafovými úlohami pre špecifikovanú kategóriu „junior“ a kvalitatívnej analýzy môžeme konštatovať, že učiteľ a rovnako aj žiak pri práci s ChatGPT potrebujú:

- detailne rozumieť zadaniu úlohy,
- dôslednejšie vedieť formulovať zadanie pre ChatGPT a prípadne toto zadanie preformulovať, alebo doplniť,
- vedieť správne riešiť grafové úlohy tak, aby sme vedeli overiť správnosť riešenia ChatGPT,

Z uvedeného vyplýva, že hypotézu špecifikovanú vo výskumnej otázke musíme odmietnuť. Ukázali sme, že nielen nedochádza k degradácii myslenia. Ukázali sme, že je to práve naopak a môžeme konštatovať, že dôsledné riešenie grafových úloh s ChatGPT prispieva k rozvoju myslenia učiteľov a žiakov 1. a 2. ročníka gymnázií.

Pri všeobecnom porovnaní výsledkov nášho výskumu a výskumov, uvedených v kapitole 2, môžeme konštatovať, že výsledky sú čiastočne podobné. ChatGPT má svoje výhody (rýchlosť odpovede, nemusíme hľadať informácie na viacerých stránkach), ale aj kľúčové nevýhody (nie všetky výsledky, ktoré produkuje ChatGPT sú správne). Vzhľadom na to, že sme nenašli podobné výskumy zamerané na grafové úlohy v školskej informatike, riešené pomocou umelej inteligencie (ChatGPT), nevieme urobiť porovnanie s našimi výsledkami a závermi z kvalitatívnej analýzy: dôsledne rozumieť zadaniu úlohy, toto zadanie vedieť presne interpretovať a vedieť správne riešiť úlohy tak, aby sme vedeli overiť správnosť riešenia.

5 ZÁVER

V príspevku sme sa zamerali na využitie umelej inteligencie pomocou nástroja ChatGPT na riešenie úloh zo súťaže iBobor. Vybrali sme dve grafové úlohy, ktoré sme dali vyriešiť študentom učiteľstva informatiky bez a následne aj s pomocou nástroja ChatGPT. V príspevku sme ukázali, že nedochádza k degradácii myslenia, že je to práve naopak, pričom môžeme konštatovať, že dôsledné riešenie grafových úloh s nástrojom ChatGPT prispieva k rozvoju myslenia učiteľov a žiakov 1. a 2. ročníka gymnázií. Ukázali sme, že je potrebné preformulovať zadanie pre nástroj ChatGPT a tiež, že komplexné zadanie je vhodné členiť na časti. V porovnaní s inými výskumami opísanými v príspevku môžeme konštatovať, že je nevyhnutné prispôbiť úlohy a vyučovanie tak, aby úlohy boli viac zamerané na tvorivosť a kritické myslenie, ktoré umelú inteligenciu zatiaľ nemôže nahradiť. Môžeme tiež konštatovať, že stále potrebujeme poznať správne riešenie úlohy. Je to nevyhnutné, aby sme vedeli posúdiť, či ChatGPT odpovedal správne, alebo nie. V našom výskume plánujeme pokračovať. V ďalšom výskume sa chceme zamerať na porovnanie bezplatnej a platenej verzii nástroja ChatGPT pri riešení grafových úloh a tiež aj na porovnanie odpovedí iných nástrojov umelej inteligencie.

6 POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol za podpory projektu Implementácia blended learningu do prípravy profesijného bakalára z informatiky a budúcich učiteľov matematiky a informatiky (KEGA 001UMB-4/2023)

7 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] BAÍDOO-ANU, D. and OWUSU, A., L. Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. *Journal of AI*. 2023, vol. 7, no. 1, pp. 52–62.

- [2] LO, C. K. What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*. 2023, vol. 13, no. 4.
- [3] RAHMAN, M. M., WATANOBE, Y. ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies. *Applied Sciences*. 2023, vol. 13, no. 9.
- [4] ZHAI, X. ChatGPT User Experience: Implications for Education. *SSRN Electronic Journal*. 2022.
- [5] JALIL, S., RAFI, S., LATOZA, T. D., MORAN, K. and Lam, W. ChatGPT and Software Testing Education: Promises & Perils. In: *2023 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW)*. 2023, pp. 4130–4137
- [6] YILMAZ, R. and YILMAZ, F., G., K. Augmented intelligence in programming learning: Examining student views on the use of ChatGPT for programming learning. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*. 2023, vol. 1, no. 2, pp. 2949–8821.

Zadávání závěrečných prací z programování

Assignment of final thesis in programming

Rudolf Pecinovský

Vysoká škola ekonomická v Praze, nám. W. Churchilla 1938/4, 130 67 Praha 3 – Žižkov
rudolf@pecinovsky.cz

ABSTRACT

When teaching programming, it is sometimes difficult to devise a final assignment in which all students solve roughly the same problem, but the assignments solved by each student are sufficiently different. At the same time, it would be advisable that the assignment is not trivial, and that the solution of the problem is not limited to the design of the algorithm and its implementation, but that the students demonstrate mastery of at least the basics of architecture design. In our search for a solution to a suitable problem that satisfies a reasonable subset of the above requirements, we eventually resorted to a text-based conversational game, the use of which as a tutorial is demonstrated in [3].

The game takes place in a virtual world in which there are several spaces that are connected in some way and the player can move between them. These spaces can be rooms in a building, parts of a landscape, planets, life stages, tables in a database, etc. Each space can contain different objects. Some of them are portable, so the player can take them and store them in an imaginary backpack to help him in the future to accomplish some auxiliary tasks or even the goal of the whole game.

About a third of the way through the course, students are asked to design a game that must be original and use all four mandatory command types (start the game, move to an adjacent space, pick up an object, put down an object), plus at least three or four commands of their own. They then translate their verbal description of the scenario defining the possible successful course of the game into a data structure consisting of a sequence of objects representing the steps of the game, where a game step is defined as a record with the command given, the expected response of the game, the name of the active space after the execution of the command, the names of its current neighbors and contained objects, and the names of the objects in the player's imaginary backpack. It thus describes the command along with the game state after its execution. Along with the assignment, they are given a test program to verify that the assignment is correct and that all requirements are met.

In the next stage of the tutorial, we gradually discuss the programming constructs needed to program the mandatory commands of the game, which will be defined in practically the same way by all students, differing only in the names of the commands, spaces and objects used. We immediately test each modification of the program. We will thus gradually get the game definition to a state where it passes a simplified scenario containing only the mandatory types of steps.

Students will then create an error scenario that includes different variations of incorrectly typed commands to verify that typing such a command will not crash the program. Again, students have a test program to verify that they have not forgotten anything in the error scenario. We then continue to modify the game again until it passes this error scenario.

That's the end of our work together. What remains is for students to practice independently defining the responses to commands that make each game different. Students must then defend the resulting work. The defense consists of giving students the task of modifying the game to fit the modified assignment. This modification requires up to 30 minutes of work; however, students have 300 minutes to work out the required modification.

Keywords

Teaching programming, task assignments, object-oriented programming, test-driven development, interface, implementation

ABSTRAKT

Příspěvek v úvodu rozebírá, jaké vlastnosti by mělo mít zadání závěrečné práce kurzu programování. Poté představuje textovou konverzační hru, jejíž zadání se pokouší tyto zásady naplnit. Ukazuje, jak řešení rozdělit na tři části: První část vyžaduje minimální výchozí znalosti a řeší se s předstihem v průběhu časných fází výuky. Druhá část obsahuje kód, který bude pro všechny společný. Lze ji tedy řešit společně v rámci výuky a studenti při jejím demonstračním řešení získají další potřebné znalosti a naučí se řadu užitečných dovedností. Třetí část pak řeší každý student samostatně a při jejím řešení demonstruje, nakolik zvládl doposud probíranou látku. Příspěvek současně naznačuje, s jakými architektonickými konstrukcemi se studenti při vývoji dané aplikace setkají a mohou si tak osvojit jejich použití ve svém dalším profesním životě.

Klíčová slova

Výuka programování, zadání úloh, objektově orientované programování, vývoj řízený testy, rozhraní, implementace

1 ÚVOD

Při výuce programování bývá občas obtížné vymyslet zadání závěrečné práce, při němž by všichni studenti řešili zhruba stejně obtížnou úlohu, ale zadání řešená jednotlivými studenty byla dostatečně rozdílná. Současně by bylo vhodné, aby úloha nebyla triviální a řešení úlohy se neomezovalo pouze na návrh algoritmu a jeho implementaci, ale aby v nich studenti prokazovali osvojení alespoň základů návrhu architektury a případně i některých dalších dovedností souvisejících např. s testováním apod.

Na druhou stranu by bylo nanejvýš příjemné, kdyby kontrola řešení byla pro vyučujícího co nejsnazší, aniž by se musel omezovat na pouhá povrchní zjištění, že výsledek odpovídá očekávanému, ale mohl do jisté míry ověřovat splnění některých architektonických požadavků. Zásadním pomocníkem může být v takovém případě automatizace, ale když se trochu rozhlédnete po používaných testech studentských úloh, zjistíte, že se povětšinou omezují na kontrolu výsledku a případně času potřebného na jeho získání. Jakýkoliv test dodržení požadované architektury povětšinou neobsahují.

Kdybychom se chvíli zamysleli, našli bychom jistě i řadu dalších požadavků, které by bylo vhodné při zadávání závěrečné práce splnit a které většina současných systémů nedodrжуje anebo přímo ignoruje.

2 CHARAKTERISTIKA ÚLOHY

Při hledání řešení vhodné úlohy, která by vyhovovala rozumné podmnožině výše uvedených požadavků, jsme nakonec sáhli po textové konverzační hře. Na jejím prvním nástřelu publikovaném např. v [1] jsme si ověřili, že se jedná o efektivní zadání, při němž všichni studenti vytvářejí prakticky stejnou aplikaci, nicméně jednotlivé aplikace se v řadě prvků dostatečně liší, což poněkud ztěžuje jednoduché kopírování kódu od kolegů. Nyní bylo potřeba upravit celkové zadání tak, aby se dalo snadněji kontrolovat dodržení architektonických požadavků a aby se dala maximálně automatizovat kontrola jejich splnění.

Průběžný stav zadání pro kurzy *Javy* i doporučený postup řešení byl popsán v [2] a [3]. Některé z dalších úprav při výuce *Pythonu* jsou pak použity v [4], kdy je hra průběžně využívána pro motivaci výkladu dalších konstrukcí a demonstraci jejich následného použití, a v [5], kde je vytváření hry přesunuto do samostatné závěrečné kapitoly, v níž se při vývoji tohoto programu postupně uplatní vše, co bylo v předchozích částech probráno.

2.1 Výchozí zadání

Shrňme si výchozí zadání: Jak již bylo řečeno, vytvářenou aplikací je jednoduchá konverzační hra (adventura), při níž se hráč snaží v konečném počtu kroků dostat k předem zadanému cíli. V každém kroku zadá uživatel programu textový příkaz naznačující, co má v daném okamžiku udělat. Program v reakci na tento příkaz změní svůj stav a hráči odpoví. V odpovědi hráči prozradí, co provedl, a případně naznačí, v jakém stavu se po provedení tohoto příkazu nachází a jaké jsou hráčovy další možnosti.

Hra probíhá ve virtuálním světě, v němž existuje několik prostorů, které spolu zadaným způsobem sousedí. Těmito prostory mohou být místnosti v budově, části krajiny, planety, etapy života, tabulky v databázi apod. Hra musí umět provést akci realizující přechod z aktuálního prostoru do sousedního prostoru.

Za sousední prostor přitom považujeme takový, do nějž lze jednoduše přejít. Je-li třeba nejprve splnit nějakou podmínku, stane se onen potenciálně sousední prostor skutečně sousedním až po splnění dané podmínky, např. odemknutí dveří do další místnosti, postavení lávky přes potok pro přechod na sousední louku nebo složení sady zkoušek pro přechod do následujícího semestru.

V každém prostoru se mohou nacházet různé objekty. Některé z nich jsou přenositelné, takže je hráč může vzít a uložit do pomyslného batohu, aby mu v budoucnu pomohly ke splnění nějakého pomocného úkolu nebo dokonce cíle celé hry. Množství objektů, které lze umístit v batohu je však omezené.

Studentům pak vysvětlíme, že budou mít za úkol navrhnout hru, která musí být originální a musí v ní být použity všechny čtyři povinné typy příkazů (start hry, přechod do sousedního prostoru, zvednutí předmětu, položení předmětu) a vedle toho alespoň tři nebo čtyři příkazy vlastní.

2.2 Scénáře

Hra je studentům představena v okamžiku, kdy se naučí základní konstrukce. V *Pythonu* stačí, aby zvládli konstrukci modulů a n-tic. V *Javě* je to trochu složitější, takže musejí zvládnout definici tříd a jejich atributů a z datových struktur pak práci s poli a záznamy. Znalost těchto konstrukcí je totiž potřebná k tomu, aby studenti převedli svůj verbální popis hry do kódu ve formě scénáře.

Scénářem je kontejner definující posloupnost kroků, které vedou k dosažení cíle hry. Krok je přitom definován jako objekt obsahující informace o zadaném příkazu a požadované reakci hry na jeho zadání. V *Javě* je definován jako záznam (viz výpis 1), v *Pythonu* jako pojmenovaná n-tice (viz výpis 2).

Výpis 1: Definice třídy *ScenarioStep* v jazyku Java

```

1 public record ScenarioStep(
2     int index, // Pořadí daného kroku v rámci scénáře
3     TypeOfStep typeOfStep, // 0 který typ kroku se jedná
4     String command, // Zadaný příkaz
5     String message, // Zpráva vydaná v reakci na zadaný příkaz
6     String place, // Název aktuálního prostoru po vykonání příkazu
7     String[] neighbors, // Názvy aktuálních sousedů aktuálního prostoru
8     String[] items, // Aktuální předměty v aktuálním prostoru
9     String[] bag, // Aktuální předměty v batohu
10 ) {}

```

Výpis 2: Definice třídy pojmenovaných n-tic *ScenarioStep* v jazyku Python

```

1 from collections import namedtuple

```

```

2 ScenarioStep = namedtuple('ScenarioStep',
3                           'typeOfStep command message place neighbors items bag')
4 ScenarioStep. doc = """\
5 Instance reprezentují jednotlivé kroky testovacího scénáře,
6 přičemž konstruktor očekává následující argumenty:
7 index:int           - Pořadí daného kroku v rámci scénáře
8 typeOfStep:TypeOfStep - 0 který typ kroku se jedná
9 command:str         - Zadaný příkaz
10 message:str        - Zprava vydaná v reakci na zadaný příkaz
11 place:str          - Název aktuálního prostoru po vykonání příkazu
12 neighbors:tuple[str] - Názvy aktuálních sousedů aktuálního prostoru
13 items:tuple[str]   - Aktuální předměty v aktuálním prostoru
14 bag:tuple[str]     - Aktuální předměty v batohu
15 """

```

Studenti pak dostanou za úkol, aby každý vymyslel svůj scénář, v němž budou použity všechny typy příkazů (tj. povinné i jejich vlastní) a po jejich postupném zadání hráč úspěšně ukončí hru. Tento svůj původně verbální návrh pak mají zapsat jako kód. Postup možného hraní hry zapisují prostřednictvím posloupnosti kroků a výsledný program odevzdají jako domácí úkol. K tomuto zadání obdrží navíc program, který umí zobrazit simulovanou podobu průběhu hry prostřednictvím zadaného scénáře.

Hlavním cílem dodaného programu ale není uvedená simulace, ale kontrola korektnosti zadaného scénáře. Tvorba scénáře je totiž poměrně jednoduchá, protože studenti mohou vždy zkopírovat zadání minulého kroku a v kopii změnit několik hodnot a výsledek opět zkopírovat jako další krok. Přitom se většinou nedostatečně soustředí a některé z hodnot vyměnit zapomenou, anebo změni hodnoty, které se měnit nemají (např. při přechodu do sousedního prostoru má hráč skončit v daném prostoru a obsah jeho batohu má být oproti minulému kroku beze změny).

Kontrolní program proto ověřuje, že v odevzdaném scénáři jsou opravdu všechny požadované typy kroků a že jednotlivé kroky neobsahují evidentní chyby. Za odevzdaný je proto považován pouze takový program, který projde uvedeným testem a jehož scénář lze považovat za dostatečně odlišný od všech scénářů odevzdaných v daném termínu (semestru či školním roce) a v několika předchozích termínech.

Při předávání tohoto programu jsou studentům vysvětleny principy vývoje řízeného testu. Při používání obdrženého testovacího programu se pak přesvědčí, jak může včasná definice testů zefektivnit vývoj daného programu.

Posuzování originality odevzdaných řešení je v této fázi díky simulacím poměrně snadné. Navíc bývají jednotlivé realizované příběhy dostatečně různorodé. Musím přiznat, že občas obdivuji bezbřehost fantazie studentů.

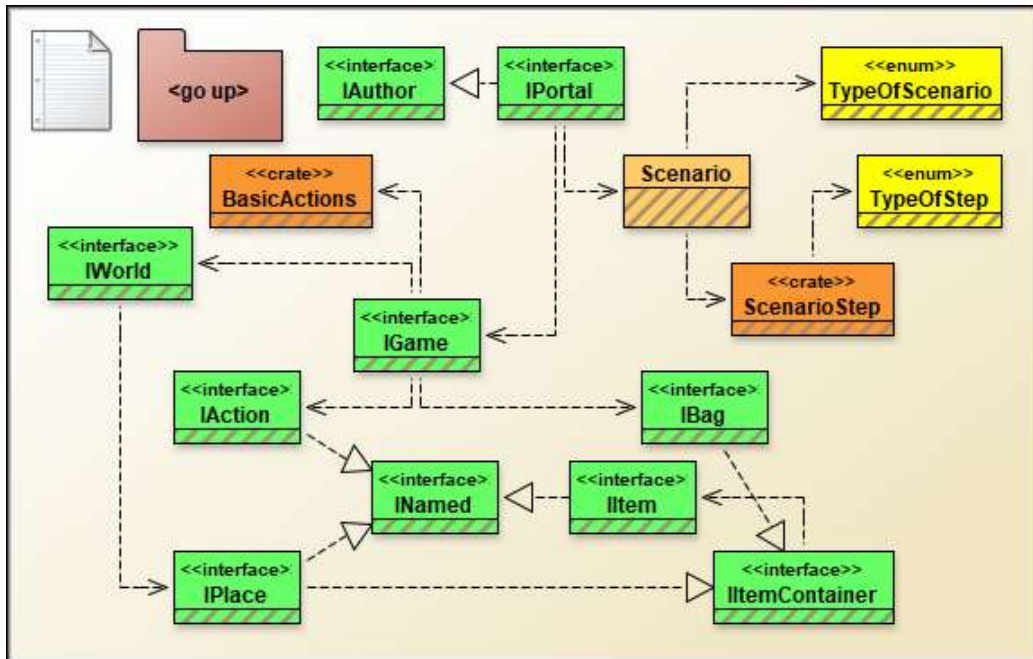
3 REALIZACE – API

Současně mají studenti za úkol odevzdat ještě jeden scénář, v němž budou použity pouze výše uvedené povinné kroky (start hry, přechod do sousedního prostoru, zvednutí a položení předmětu) doplněné o vyvolání nápovědy a předčasné ukončení hry. Tento scénář označujeme jako výchozí oproti předchozímu, který (inspirován názvem používaným v [6]) označuji jako *šťastný*, protože se jedná o scénář, v němž se hypotetickému hráči všechno daří.

Klíčovou vlastností výchozího scénáře je, že obsahuje kroky, které by měli všichni studenti naprogramovat prakticky shodně. Lišit se budou pouze v názvech použitých příkazů a textech, kterými hra uživateli odpovídá. Můžeme je proto definovat společně a ukazovat si na nich, jak programovat různé obraty.

3.1 Analýza požadované architektury

Než se ale pustíme do vlastní realizace, musíme nejprve projít návrh požadované architektury a vysvětlit účel jednotlivých tříd a objektů. Studentům představíme diagram tříd (viz obrázek 1) požadovaného API a vysvětlíme význam jednotlivých tříd a interfejsů.



Obrázek 1: Diagram interfejsů a tříd požadovaného API v jazyku Java

Poté jim představíme testovací program, který budeme používat v průběhu vývoje a začneme společně vyvíjet zadanou aplikaci, přičemž po každém kroku spustíme testovací program, který se pokusí komunikovat s aplikací podle výchozího scénáře. Program nám vždy oznámí, na jakou chybu v návrhu narazil. Tím znovu potvrdíme výhodnost včasné definice testů.

3.2 Vývoj společného základu

Při vývoji nejprve definujeme ve třídě `Portal` metodu, která vrátí seznam definovaných scénářů, a metodu, která spustí hru. Pak zabezpečíme, aby se hra dala vůbec odstartovat. Hra se pak sice odstartuje, ale protože není definováno nic dalšího, tak testovací program ihned ohlásí chybu. Oznámí, co mu chybí a čím proto máme ve vývoji pokračovat.

3.2.1 Výchozí scénář

Podle jeho rad začneme budovat svět hry včetně jednotlivých prostorů a předmětů. Po každé úpravě odstraňující ohlášenou chybu spustíme testovací program, který nám poradí, kudy dál. První etapa vývoje končí tím, že se nám (přesněji testovacímu programu) podaří odehrát hru podle výchozího scénáře.

3.2.2 Chybový scénář

Po dokončení hry podle výchozího scénáře dostanou studenti za úkol doplnit sadu scénářů o chybový scénář. V něm bude hypotetický uživatel zadávat chybné příkazy (zapomene zadat argument, zadá špatný argument apod.) a scénář bude definovat příslušnou odpověď hry. Cílem je, připravit scénář, při jehož provádění otestujeme, že špatně zadaný příkaz aplikaci nezhroutí.

Studenti budou mít opět k dispozici program pro testování scénářů, který dokáže ověřit, že student na žádnou chybnou formu zadání příkazu nezapomněl a že všechny kroky jsou nadále zadány korektně.

Poté spustíme testovací program, aby se pokusil hrát hru podle tohoto chybového scénáře a budeme do kódu postupně doplňovat reakce na možná chybná zadání, na něž jsme v předchozí etapě nepomysleli.

3.2.3 Doplnění podmínek pro přidané příkazy

Nyní vysvětlíme studentům, že bude potřeba, aby doplnili šťastný scénář o podmínky, které musí platit pro úspěšné provedení jimi přidaných příkazů, a podmínky, které se jimi zadanými příkazy nastavují. Podmínky pro ověřování korektního zadání některého z povinných příkazů lze ověřit na základě informací, které jsou součástí definice daného kroku. Požadované podmínky pro korektní zadání přidaného příkazu však definice kroku neřeší, protože každý student nastavuje vlastní nadstavbové příkazy s vlastními podmínkami pro jejich splnění.

Budeme-li například vytvářet hry podle pohádky o Červené Karkulce, bude muset Karkulka při vstupu do babiččina domečku nejprve pozdravit. V reakci na příkaz *pozdrav* proto program nastaví, že Karkulka již babičku pozdravila, kdežto v reakci na příkaz *popřej* nejprve otestuje, jestli je babička již pozdravena.

Takovéto podmínky je proto třeba doplnit. Jejich zadání sice můžeme požadovat hned zpočátku při definici šťastného scénáře, ale domníváme-li se, že v té době nejsou programátorské zkušenosti studentů dostatečné, můžeme požadavek na jejich zadání odsunout až do doby, kdy již mají jistou představu o jejich zapracování do vlastní hry.

Spolu s úpravou šťastného scénáře musejí studenti připravit ještě chybový scénář pro test reakce na chybné zadání jimi doplněných příkazů.

Pro lepší pochopení těchto rozšiřujících požadavků proto studenti dostanou řešené scénáře pro demonstrační úlohu (výše zmíněnou Červenou Karkulku). Na něm si vysvětlíme základní principy, aby pochopili, jak mají svoje řešení upravit. Samozřejmě i toto rozšíření scénářů dokáže testovací program scénářů kontrolovat.

3.3 Dokončení návrhu

Tím společně řešení úlohy končí. Nyní studentům na demonstračních řešeních ukážeme, jak se v kódu zapracuje do programu nastavování a testování podmínek pro korektní realizaci doplněných příkazů. Od této chvíle již každý student řeší zpracování těch částí, jimiž se jeho aplikace liší od aplikací jeho kolegů. Cílem je, aby jeho aplikace prošla testem podle všech odevzdaných scénářů.

4 OBHAJOBA ODEVZDANÉ APLIKACE

Obhajoba aplikace probíhá tak, že studenti přinesou své práce, načež jsou všechny prověřeny, že vyhovují požadovaným testům. Poté je celé skupině předána třída (*Java*) nebo modul (*Python*), který si každý student začlení do své aplikace. V předaném souboru je testovací program a v jeho dokumentačním komentáři je popsáno, jak mají studenti svůj program modifikovat. Přípravek pak slouží jako testovací kód, který prověří, že aplikace byla požadovaným způsobem modifikována a že nadále vyhovuje všem testům.

Požadavky na modifikaci bychom mohli rozdělit do dvou skupin:

- První skupina požaduje doplnění zobrazované zprávy o nějakou stavovou informaci, např. seznam doposud nezadaných příkazů nebo nenavštívených prostorů. Jejich začlenění vyžaduje přidání či modifikaci tří až osmi příkazů.
- Druhá skupina požaduje doplnění nového příkazu, např. takového, jehož prostřednictvím se jim podaří zrychleně úspěšně dohrát hru. Jeho začlenění vyžaduje zadání cca 15–20 příkazů. Je proto teoreticky komplexnější, ale mnozí studenti jej kupodivu zvládají snáze.

První skupinu modifikací lze realizovat zhruba za 10–20 minut, druhou skupinu zhruba za půl hodiny. Studenti ale mají na jejich realizaci okolo 300 minut. Několik zkušenějších vše opravdu

zvládnou do půl hodiny, většina však začne svá řešení odevzdávat tak po dvou hodinách. Obhajobu studenti nedokončí spíše výjimečně.

5 MOŽNÉ MODIFIKACE

Pokud se ukazuje, že studenti jsou schopni vytvořit všechny čtyři požadované scénáře včetně doplněných podmínek pro přidané příkazy, jsou požádáni o odevzdání kompletní čtveřice před startem vlastního vývoje hry. V průběhu vývoje se pak již není třeba starat o scénáře a můžeme se soustředit na vlastní návrh hry a jeho zakódování.

Některým studentům připadá požadovaný program vzhledem k jejich programátorskému sebevědomí poněkud primitivní. Pro ty je možno přidat alternativní demonstrační řešení, v němž se předvedeme různé nadstavbové možnosti. Ty využívají studenti, kteří se nesnaží odevzdat pouze základní variantu hry, ale buď chtějí hru udělat zajímavější, anebo chtějí demonstrovat své schopnosti a získat za ně případné dodatečné body.

5.1 Rozšíření typů možných akcí

Rozšiřující možnosti můžeme rozdělit do několika skupin:

5.1.1 Příkazy s nepřímým efektem

Jednou z variant je definice spolupracujících příkazů, kdy musí hráč v jednom prostoru provést nějakou akci (např. stisknout páku, podplatit úředníka, odchýlit asteroid, ...), aby v jiném prostoru nastal stav, který uživatel potřebuje (otevře se vchod k pokladu, může koupit dům pod cenou, ...).

5.1.2 Začlenění rozhovoru

Poměrně oblíbeným je začlenění rozhovoru s nějakou postavou přítomnou v aktuálním prostoru nebo s nějakým strojem. V demonstrační ukázce si např. má hráč vzít z ledničky svačinu. Když však sáhne po alkoholickém nápoji, lednička se jej zeptá, je-li již plnoletý a musí jí prozradit rok svého narození, aby si program dopočítal jeho věk a podle toho se rozhodl, zda mu nápoj vydá.

V těchto případech je důležité zařídit, že rozhovor probíhá v jiném režimu, než zadávání standardních příkazů, a je proto třeba tento režim na začátku rozhovoru nejprve nastavit a po skončení rozhovoru se vrátit do režimu zadávání standardních příkazů.

5.1.3 Komunikace s operačním systémem

Zvláštní kategorií jsou příkazy, které přímo komunikují s operačním systémem. Čtou a/nebo ukládají soubory na disku, zjišťují aktuální čas a odměřují doby, jak dlouho hráč úlohu řešil nebo jak dlouho mu trvalo splnění nějakého částečného úkolu.

Důležité je, aby se tyto příkazy omezily na standardní způsob zadávání textů a nevyžadovaly bezprostřední komunikaci s klávesnicí, myší nebo obdobným zařízením, protože současný testovací program s takovýmito aktivitami nepočítá a bylo by jej nutno upravit.

5.2 Poskytnutí možnosti využití GUI

Zajímavým rozšířením je poskytnutí knihovny, která programům dodržujícím požadované API umožní využívat poměrně komfortní GUI. Na něm můžeme definovat, jak všechny programy, které implementují společné API, mohou využívat externí program, který implementaci tohoto API předpokládá.

Toto GUI dokáže bez problému obsloužit i původní textovou verzi hry, ale při drobném rozšíření API lze do hry začlenit některé grafické prvky (obrázky předmětů v prostoru a batohu, plánek hry, ikonu představující hráče pro zobrazení jeho pozice v plánku, HTML soubor s nápovědou, apod.), které pak GUI zobrazí.

6 ZÁVĚR

Článek stručně nastínil požadavky zadání na závěrečné práce v kurzech programování. Poté předvedl možnou podobu takového zadání, která nabízí široké spektrum možností, jak zabezpečit, aby každý student realizoval svoji práci úměrně svým schopnostem, a aby přitom kontrola odevzdaných prací nekladla na vyučujícího zbytečně velké časové nároky.

7 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] Pavlíčková J., Pavlíček L.: *Úvod do Javy*. Oeconomica, 2005. 226 stran. ISBN 80-245-0963-6.
- [2] PECINOVSKÝ R.: *OOP a Java 8 – Návrh a vývoj složitějšího projektu vyhovujícího zadanému rámci*. Eva & Tomas Bruckner Publishing 2015. ISBN 978-80-87924-03-7.
- [3] PECINOVSKÝ R.: *OOP & Java 8 – Design of Advanced Project under Assigned Framework*. Eva & Tomas Bruckner Publishing 2016. ISBN 978-80-87924-05-1 (pdf e-book), ISBN 978-80-87924-06-8 (paperback).
- [4] PECINOVSKÝ, Rudolf: *Začínáme programovat v jazyku Python*. Grada Publishing 2020, ISBN 978-80-271-1237-1.
- [5] PECINOVSKÝ, Rudolf: *Začínáme programovat v jazyku Python – Druhé, přepracované a rozšířené vydání*. Grada Publishing 2022, ISBN 978-80-271-4752-6 (ePub), 978-80-271-4751-9 (pdf), 978-80-271-3609-4 (print).
- [6] McLAUGHLIN Brett D., POLLICE Gary, WEST Dave: *Head First Object-Oriented Analysis and Design*. O'Reilly Media 2007. ISBN 978-0-596-00867-3.

Jak učitelé ZŠ vnímají badatelsky orientovanou výuku robotiky

How do primary school teachers perceive inquiry based learning for robotics

Patrik Klofáč

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Jeronýmova 10, 37115 České Budějovice
pklofac@pf.jcu.cz

EXTENDED ABSTRACT

This article deals with Inquiry based learning (IBL) of robotics, and its perception by teachers at the second level of primary school. The subject of Inquiry based learning is perceived as being exploratory in the available sources, while in informatics in general, and also in robotics, this subject is practically unexplored. The aim of the research is to map how informatics teachers at primary schools perceive the teaching of robotics with a research-oriented method. The sub-goals are to find out whether it is necessary to prepare pupils for a different type of teaching, what mistakes the teacher makes, what they must avoid and examine, and what positives or negatives IBL brings with it in informatics lessons.

The research was designed and implemented as qualitative. Five classes of the 9th year of primary school and three informatics teachers participated in the research. The teachers taught IBL robotics in the range of three to five hours, on the supplied tasks. In total, there were three IBL tasks in robotics, which were completed by five classes of pupils aged 14-15 years. Data analysis was performed, based on open coding. Using this method, we divided the text into units (words, sequences of words, sentences, or paragraphs), and thereby achieved a categorized list of codes. The names of the individual categories became the names of the subsections of the results chapter, the content of which is a detailed description and interpretation of the codes falling into a certain category.

On the basis of the interviews, several basic areas were identified that are related to the perception of Inquiry based learning of informatics by primary school teachers. These areas include teaching informatics, introducing the teacher to IBL, preparing pupils for IBL, comparing IBL informatics/physics, pupils, and IBL, the benefits of IBL, the negatives of IBL, the teacher and IBL, and the time allocation for IBL. The resulting text is supported by the original answers of the interviewees, shown in italics in quotation marks.

From the statements of the respondents, it was clear that programming is attractive to pupils primarily because they can physically test their own created programme on a robot. Pupils show each other the behaviour of the robot, correct each other, and give each other suggestions for improving the programme or the construction of the robot. It can be stated that pupils compete with each other, for example, to improve the robot visually and functionally, to compile shorter code, to improve the behaviour of the robot in a specific situation, etc.

Our findings can lead to thinking about a different method, its benefits, and negatives of being involved in the learning process. Furthermore, they can lead to the creation of new types of tasks that have not yet been used, and lead pupils to independence, thinking, and the presentation of results. The established theoretical conclusions from the research provide practical advice and findings for the education of future informatics teachers.

Keywords

Informatics, robotics, inquiry based learning. primary school.

ABSTRAKT

Článek se zabývá badatelsky orientovanou výukou (BOV) robotiky a jejím vnímáním učitelů na druhém stupni základní školy. Téma badatelsky orientované výuky je v dostupných zdrojích vnímáno jako objevné, v informatice obecně a též v robotice je toto téma prakticky neprobádané. Na základě realizované výuky touto metodou jsme s aprobovanými učiteli informatiky uskutečnili hloubkové polostrukturované rozhovory o výuce 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.

Klíčová slova

Informatika, robotika, badatelsky orientovaná výuka, základní škola.

1 ÚVOD

V posledních několika málo letech se edukační robotika v ČR, stejně jako v řadě jiných zemí, ocitá na vzestupu, do škol se dostávají robotické stavebnice. Z tohoto důvodu předpokládáme, že v průběhu studia se žák setká s některou z robotických stavebnic a bude plnit konstrukční či programovací úlohy. Roboti se stávají nezbytnou součástí našeho života, své uplatnění naleznou v různých oborech i domácnostech [1]. Neustále je 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 [2].

Robotické stavebnice podporují kreativitu, zručnost a týmovou spolupráci [3][4], která je jednou z klíčových kompetencí k uplatnění na pracovním trhu. Robotické stavebnice poskytují spojení technologií, inženýrství, matematiky, umění a vědy v praxi. 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 [5][6].

Výuka robotiky na základní škole by měla mít za cíl poskytnout žákům i jiné učební nástroje a dovednosti nežli jen programování a stavbu robotů, a sice umožnit jim přemýšlet nad svými řešeními a činit sebevědomá rozhodnutí [7]. Její implementace se pomalu přesouvá do stále nižších stupňů vzdělání. 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 střední školy. Roboti, robotika, robotické hračky a robotické stavebnice přesahují z oblasti programování a jsou v dnešním školství velmi diskutovanými tématy [8][6].

Podle Bruzgiene nemůže tradiční výuka programování robotů uspokojit potřeby žáků s různými schopnostmi [9]. 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. Šnajder 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 člověku, 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. [10]. Metodika badatelsky orientovaného učení poskytuje navíc dobře strukturované aktivní inkluzivní vzdělávání orientované na žáky v oblasti programování robotů [9]. Na rozdíl od výuky přírodních věd neexistují pro informatiku žádné badatelsky orientované metodiky [10].

Právě s badatelskou metodou nejsou v oblasti robotiky zkušenosti. Cílem výzkumu bylo zmapovat, jak učitelé informatiky na ZŠ vnímají výuku robotiky badatelsky orientovanou metodou. Dílčími cíli bylo zjistit, zda je zapotřebí připravovat žáky na jiný typ výuky, jaké chyby dělá vyučující, čeho se musí vyvarovat a vyzkoumat, jaká pozitiva či negativa s sebou BOV v hodinách informatiky přináší.

2 POUŽITÉ METODY A DESIGN VÝZKUMU

Výzkum byl navržen a realizován jako kvalitativní, soustředící se na kvalitu a hloubku dat, nikoli na množství oslovených osob. Tím se rozumí do hloubky probádat určitý formulovaný jev a přinést o něm maximální množství informací [11]. Při současném stavu poznání, kde není zmapována povaha robotických BOV úloh, nám přijde příliš předčasné hledat kvantitativní data, a proto se koncentrujeme na data kvalitativní. Nicméně jsme si vědomi rizik konkrétnosti daných případů a zjištěná data nelze zobecnit. K tomuto rozhodnutí zvolit kvalitativní přístup přispívá i zjištění nízkého počtu publikací, zaměřujících se na využití BOV v robotice. Úvodem každého setkání s účastníkem výzkumu proběhlo představení výzkumného projektu, žádost o podílení se na výzkumu a žádost o zaznamenávání rozhovoru na diktafon, doplněné ujištěním o anonymitě zúčastněných. Následně probíhal polostrukturovaný hloubkový rozhovor vedený dle základní osnovy [12].

Do výzkumu se zapojilo pět tříd 9. ročníku základní školy a tři vyučující. 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. Žáci se ve většině případů poprvé setkali s robotickou stavebnicí LEGO Mindstorms, pro kterou jsme badatelské úlohy navrhovali. Mindstorms jsme zvolili na základě výsledků výzkumné zprávy Bařka, ve které bylo zjištěno, že nejvíce používanou robotickou stavebnicí na území České republiky je LEGO Mindstorms EV3, nebo starší model NXT [13]. Celkem se jednalo o tři BOV úlohy robotiky, kterými si prošlo pět tříd žáků ve věku 14–15 let. Respondenti podílející se na výzkumu byli učitelé informatiky, kteří zároveň vyučují i fyziku. Fyziku jsme zvolili záměrně, vybrali jsme několik badatelsky orientovaných modulů do hodin fyziky, které byly výstupem projektu PROFILES (profesní reflexně-orientované zaměření na badatelsky orientované přírodovědné vzdělání). Evaluované fyzikální úlohy doplněné metodickou příručkou posloužily respondentům k vyzkoušení badatelské metody. Od výše zmíněných badatelských fyzikálních úloh jsme se „odráželi“ při tvorbě vlastních badatelských úloh do robotiky.

BOV robotická úloha – Závora na parkovišti. Žáci měli za úkol na základě úvodního textu si položit, nebo vybrat otázku nad kterou bádali. K zodpovězení otázek žáci dostali zadání dílčích pomocných úkolů a experimentů např.:

1. vytvoř svou myšlenkovou mapu k programu či konstrukci,
2. na základě myšlenkové mapy si vytvoř seznam vlastností, které závora bude mít a které činnosti bude vykonávat,
3. vyzkoumej a navrhni, kam k závoře připevnit ultrasonický senzor, aby plnil svou funkci.

Žáci museli zkonstruovat závora (Obrázek 1) pouze s přibližným vizuálním návodem a poté skloubit funkčnost motoru (otevírání a zavírání závory) s ultrasonickým senzorem, aby si vzájemně nepřekážely a správně plnily své funkce. Ultrasonický senzor slouží k rozpoznávání blížících se objektů k závoře a poskytuje data, na jejichž základě se závora otevírá a zavírá. Žáci se poté pustili do vytváření programů robotické závory. V závěru badatelské výuky žáci z experimentů vyvodili závěry, jakým programem patrně závory disponují. Zjistili, že pozice upevnění ultrasonického senzoru je důležitá z hlediska správné funkčnosti závory. Svá zjištění mohli vztahovat k reálným situacím a závora na jejich základech upravovat a vylepšovat.



Obrázek 1: Příklad robotické závory

U robotických úloh, které jsme žákům dávali, byly nejprokazatelněji vidět tyto badatelské znaky (experimentování, diskuze s ostatními, vyvozování závěrů a plánování). Některé z pozorovaných znaků se vzájemně prolínají, a proto si dovoluji uvést ten, který se nám jeví jako stěžejní v daném kontextu. Na výše uvedené úloze 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.

Základní metodou pro sběr dat byl polostrukturovaný rozhovor probíhající ihned po skončení poslední badatelské vyučovací jednotky, potažmo tentýž den po pracovní době vyučujícího. Na základě doporučení Švaříčka a Šed'ové byla vytvořena osnova s hlavními otázkami [12] např.:

- Znáte badatelsky orientovanou výuku?
- V čem spatřujete největší přínos badatelsky orientované výuky?
- Myslíte, že by se úlohy badatelského typu měly v informatice využívat?

Dále jsme se soustředili na pochopení významu odpovědí a následné pokládání navazujících otázek, které dodávají rozhovoru patřičnou hloubku a zjišťují detaily. Na samotný závěr rozhovoru jsou doporučeny ukončovací otázky, dodávající dotazovanému prostor vyjádřit se k výzkumnému tématu [12] např.:

- Chtěl byste zdůraznit ještě nějakou oblast, o které jsme diskutovali?
- Chtěl byste se na něco zeptat vy?

Analýza dat byla provedena na základě otevřeného kódování. Pomocí této metody jsme text rozdělili na jednotky (slova, sekvence slov, věty nebo odstavce) a tím jsme dosáhli kategorizovaného seznamu kódů [12]. Kategorie vytvořené skrze otevřené kódování jsou uspořádány do struktury, podle níž byl sestaven konečný text [14]. Název jednotlivých kategorií se stal názvem dílčích podkapitol kapitoly výsledky, jejichž obsahem je podrobný popis a interpretace kódů spadajících do určité kategorie. Výsledný text je dokládán původními odpověďmi dotazovaných, uvedených kurzívou v uvozovkách.

3 VÝSLEDKY

Na základě proběhlých rozhovorů došlo ke zjištění několika základních okruhů, které se váží k vnímání badatelsky orientované výuky informatiky vyučujícími na základní škole. Mezi tyto okruhy spadá výuka informatiky, příprava žáků na BOV, porovnání BOV informatiky/fyziky, žáci a BOV, přínos BOV, negativa BOV, učitel a BOV a časová dotace BOV.

3.1 Výuka informatiky

Respondenti uváděli výuku informatiky jako specifickou činnost, setkávají se s neefektivní výukou, během níž vyučující demonstruje práci na počítači a žáci pouze opakuji aktivitu, kterou vyzývají: *„Pokud si ukazujeme nějaký nový software, tak procházíme funkce a děti si je po mně opakují.“* Díky rozhovorům bylo zjištěno, že důsledkem takto vedeného stylu výuky je neochota vyučujících věnovat více času kvalitní přípravě na hodinu: *„Ono spousta učitelů se totiž vymlouvá 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 samy 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 přišly samy.“*

3.2 Příprava žáků na 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 změni vyučující svůj styl výuky, či zkusí inovativní věci, to vyvolá v dané třídě odlišné reakce: *„Někteří měli radost, že to bude jiný, a myslím si, že nadpoloviční většina se spíše 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 spíše obávali, co je čeká.“* Někteří učitelé uvádí 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 zajímá, 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 spíše 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 úroveň 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 zajímá, najít sami. Víceméně to odpovídá stupňům bádání.“*

3.3 Porovnání BOV informatika – fyzika

Výzkum se vztahoval k BOV informatickým úlohám, které jsme navrhli, popřípadě převzali a upravili. Z těchto důvodů jsme se vyučujících, kteří učili podle fyzikálních BOV úloh i informatických úloh, doptávali na rozdíly ve výuce. Zda se, dle jejich názoru, skutečně jednalo o badatelské úkoly a jestli informatické 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 ztotožňují s názorem, že robotické programovací úlohy jsou 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 skupinkám, zjistili, jestli vlastně postupovali správně, jestli to nemají třeba úplně celý špatně.“

Nově pojatá informatika, bádání nad robotickými úlohami, by mohlo být pro žáky zábavnější formou učení se, což potvrzuje tvrzení 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.“*

3.4 Žáci a BOV

Zaměříme-li se na vnímání žáků učiteli, můžeme vyzorovat rozmanité styly výuky, pomocí nichž se učitelé snaží aktivizovat co největší počet žáků. Respondenti vyjádřili, že badatelská metoda ponechává žáky čerpat vědomosti individuálně v několika skupinkách: *„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 trénujeme. 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 vyvolává pocit podobnosti s výukou z jiných předmětů, příkladem lze uvést laboratorní cvičení. V laboratorním cvičení, viz následující text, jsou žáci zvyklí využít pomoc učitele, pokud si nevědí 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 klade důraz na přemýšlení žáků a postup ani řešení neprozrazuje: *„Pomáhám, ale pomáhám zase tak, aby museli přemýšlet. Já nemám rád takový to, že jim to člověk řekne na rovinu, tak jim dám třeba trochu jiný otázku, snažím se je tam dovést tímhle způsobem.“* Některým žákům styl výuky nevyhovoval, a to hlavně z důvodů 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 nestíhali. 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.“*

Pro některé z vyučujících badatelské úlohy posloužily zároveň i informativně: *„Jediný, co mě trochu zklamalo, byla úspěšnost, že to nebylo úplně dobrý. 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 nastartují, a ty vědomosti tam sypou. A pak jsou děti, které radši sedí v lavici a pasivně přijímají informace, ale těch je zaplatpánbůh míň.“*

3.5 Přínos BOV

Výuka bádáním s sebou přináší pozitivní a aktivizující prvky, které jsou žákům prospěšné v navazujících etapách života. U bádání je kladen důraz na spolupráci ve skupinkách, výuka robotiky je koncipovaná na práci ve dvojicích, což žáky nabádá ke vzájemné komunikaci a spolupráci. Vyučující je upozaděn a soustředí se na fakt *„na co si přijdu sám, to si lépe zapamatuji“*. To dokládá následující vyjádření vyučujících doplněné o subjektivní pohled: *„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 přináší mimo jiné zasloužený pocit úspěchu, pokud objevím něco nového, nějaké nové řešení, na které žáci přicházejí: *„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 skupince obnáší vzájemnou komunikaci a vyhovění si, celá skupina může pracovat na stejném problému, pokud je dostatek času, popřípadě vyučující slouží jako nápomocný faktor, který monitoruje 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, a nejen v robotice. Vyučující si dokáží 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.“*

3.6 Negativa BOV

Oslovení učitelé se shodují na negativní stránce BOV a nevýhody spatřují hlavně v časové náročnosti na přípravu materiálů: *„Tak jediný minus, 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 mohou mít obavy z nepovedené badatelské výuky: *„(...) některý ty děti si na to nepřijdou, tak stejně jim to budu muset dovysvětlit. Není to, jako když proběhne standardní hodina, zeptám se na konci, kdo jste to nepochopil, tak to zopáknem. Ale u bádání, kdyby za tu hodinu fakt nedospěly k vůbec ničemu, tak stejně to pak musíš suplovat ještě tou klasickou hodinou.“* 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.“* Setkáváme 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 učitelů a jejich přípravy a odhodlání něco změnit. Poslední nevýhodu, o které se oslovení vyučující zmiňují, je negativní stránka práce ve skupinkách. Každý, kdo práci ve skupinkách 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 skupince, tak to naprogramoval jeden, a ty ostatní třeba jako koukali, odkýval jim to, takže tam bylo takový drobný úskalí.“* Nicméně s žáky, kteří se neradi zapojují do výuky, se setkáváme ve všech výukových metodách.

3.7 Učitel a BOV

Badatelsky orientovaná metoda obsahuje pravidla, která by měl vyučující 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 to 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.“*

V negativech BOV byla zmiňována práce ve skupinkách, jinými slovy nevhodná spolupráce ve skupince, kde ne všichni přispívali podobnou měrou. Učitelé se o skupinkách 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.“

Dalším znakem badatelské výuky je dosažení pomyslného cyklu (otázka, hypotéza, ověřování a představení výsledků), nebo představení si, jakým způsobem ověřuji položenou otázku. Žáci mají tendenci napodobovat ostatní skupiny, pokud si nejsou 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 různými způsoby.*“ 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 myši a udělat to za něj. No tak že si myslím, že tohle byl největší problém ze začátku a teď už ten problém nemám. Teď už žádné ruce za záda a navedu toho žáka.*“

3.8 Časová dotace BOV

Zapojení badatelské metody do výuky s sebou přináší rozdíly v rychlosti probrání 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 mohou zapříčinit nevhodně připravené badatelské výukové jednotky nebo celková náročnost 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 trochu 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 hraní 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 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.*“

4 DISKUZE

Z proběhlých rozhovorů je patrný přínos badatelsky orientované výukové metody za předpokladu přípravy žáků na jiný styl výuky, kvalitní přípravy učitelů a ochoty věnovat metodě více času a trpělivosti [15]. Edelson, Gordin a Pea hovoří o způsobu výuky, na který se žáci musí připravit, a proto je zapotřebí jej budovat postupně [16]. S tímto doporučením jsme se ztotožnili a vyučujícím zapojeným do výzkumu jsme doporučili seznámit žáky s jiným výukovým stylem.

Robotika sama o sobě nahrává práci ve skupině, kde je více než potřebná spolupráce jedinců. Z výpovědí respondentů bylo zřejmé, že programování je pro žáky atraktivní především proto, že si mohou vlastní vytvořený program fyzicky vyzkoušet na robotovi. Žáci si vzájemně ukazují chování robota, opravují se a dávají si podněty pro vylepšení programu či konstrukce robota. Lze konstatovat, že žáci mezi sebou soutěží například o dokonalejší vylepšení robota po vizuální a funkční stránce, o sestavení kratšího kódu, o lepší chování robota v konkrétní situaci atd.

Pokud porovnáváme badatelskou výuku informatika a fyziky, tak hlavní rozdíl spatřujeme ve vzájemné spolupráci skupinek a třídy. Fyzikální úlohy v žácích vyvolávaly potřebu diskuze, i když v zadání stálo, že se jedná o individuální práci. Můžeme to nazývat faktor (indikátor) nejistoty.

U fyzikálních úloh třída prakticky netuší, co je výstupem jejich pokusu, mohou se tedy jen domnívat, zda je jejich postup řešení vyhovující. Žáci čekají na závěrečné představení výsledků a shrnutí, ve kterém se dozvědí, jaké bylo správné řešení a zda postupovali správně. Namísto toho u robotických úloh mají žáci jistou představu a očekávání, co jejich vytvořený kód s robotem vykoná, a tak jim stačí pouze spolupráce v užších skupinách.

Negativním aspektem zmíněným účastníky výzkumu z řad vyučujících byla jednoznačně časová náročnost na přípravu materiálů. „*Příprava toho učitele je mnohem větší, vymyslet to, připravit a hodnotit*“ a obav ze zvládnutí učiva ze stran žáků „*(...) některý ty děti si na to nepřijdou, tak stejně jim to budu muset dovysvětlit*“. To koresponduje se závěry Rikmanis a kol., považující za kritickou skutečnost nedostatečnou kompetenci vyučujících ve vztahu k realizaci badatelsky orientované výuky a obavy učitelů ze selhání v případě, že dělají něco nového [17].

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. 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 – nevzdávat se po jedné nepovedené výuce a poučit se ze svých chyb [18]. Pokud vyučující nemá zájem vést úlohu badatelským způsobem, nebo se na tento styl výuky patřičně nepřipraví a pouze materiály využije jako nápad do hodin robotiky, tak nemůže očekávat, že výuka bude badatelská.

5 ZÁVĚR

Realizovali jsme kvalitativní výzkum zabývající se badatelsky orientovanou výukou robotiky na dvou základních školách v rámci okresu České Budějovice. Ze získaných dat je patrný přínos badatelsky orientované výukové metody ve výuce robotiky na 2. stupni ZŠ. Naše zjištění mohou vést 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 samostatnosti, přemýšlení a prezentaci výsledků. Zjištěné teoretické závěry z výzkumu poskytují praktické rady a zjištění pro vzdělávání budoucích učitelů informatiky.

Uvědomujeme si možná zkreslení a omezení výzkumu, která byla způsobena především výběrem škol, respondentů (učitelů informatiky/fyziky) a požadavků na vybavení, kterými aktuálně disponuje pouze menšina škol. Dalším limitem by mohl být výběr případů výsledného textu, ovlivněný lidským faktorem, ačkoliv byl použit software ATLAS.ti pro kódování výpovědí.

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. Tato zjištění nekomentujeme ani nediskutujeme, cílem výzkumu nebylo porovnat, zda tato metoda přispěje více či méně než jakákoliv jiná, nicméně to otevírá novou zajímavou oblast výzkumu.

V navazujících výzkumech 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.

6 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] MIKOVÁ, K., BUDINSKÁ, L., STENOVÁ, B. *Analýza edukačných robotických hračiek dostupných na Slovensku*. Banská Bystrica. DIDINFO 2021, ISBN 978-80-557-1823-1.
- [2] KUPÍLÍKOVÁ, M., SIMBARTL, P. *Využití robotiky ve výuce na základní škole*. Edukacija – Technika – Informatyka, 2016, 16(2), 121–127. DOI: 10.15584/eti.2016.2.15.
- [3] CHAUDHARY, V., AGRAWAL, V., SUREKA, P., SUREKA, A. 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*, 2017, 4E 2016, pp. 38–41.
- [4] 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), pp. 771–776, doi: 10.1109/ICCSE51940.2021.9569250.
- [5] TOCHÁČEK, D., LAPEŠ, J. *Edukační robotika*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2012. ISBN 978-80-7290-577-5.
- [6] HYKSOVÁ, H. *Programování robotů na základní škole*. Banská Bystrica. DIDINFO 2021, ISBN 978-80-557-1823-1.
- [7] KALELIOĞLU, F. *A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org*. *Comput. Hum. Behav.* 2015, 52, 200–210.
- [8] LEE, P. T., LOW, C. W. *Implementing a Computational Thinking Curriculum with Robotic Coding Activities through Non-formal Learning*. In *CoolThink@ JC*. 2020, s. 150.
- [9] BRUZGIENE, R., NARBUTAITE, L., ADOMKUS, T., PAULIUTE, J., KUNICINA, N. *Inquiry-Based Learning Focused on Inclusive Education in Programming of Robots: Challenges, Experience, and Feedback of First Cycle Students*. Online. In: *Daniela, L. (eds) Inclusive Digital Education*. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations. Springer, Cham. 2022. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-031-14775-3_5.
- [10] LUKÁČ, S., ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., JEŠKOVÁ, Z. *Bádatel'sky orientované vyučovanie matematiky a informatiky na stredných školách*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 2016. ISBN 978-80-8152-471-4.
- [11] HENDL, J. *Kvalitatívni výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 2. aktualizované vydání. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-485-4.
- [12] ŠVAŘÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K. *Kvalitatívni výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.
- [13] BAŤKO, J. *Robotika ve výuce na základních školách v České republice: Výzkumná zpráva*. 2017. Dostupné z: https://www.kvd.zcu.cz/cz/dokumenty/Batko_robotika_ve_vyuce_na_ZS_v_CR.pdf.
- [14] STRAUSS, A., CORBIN, J. *Základy kvalitativního výzkumu: Postupy a techniky metody zakotvené teorie*. Boskovice: Albert, 1999.
- [15] BANCHI, H., BELL, R. *The Many Levels of Inquiry*. *Science and Children*, 2008, vol. 46(2), pp. 26–29.
- [16] EDELSON, D. C., GORDIN, D. N., PEA, R. D. *Addressing the Challenges of InquiryBased Learning through technology and curriculum design*. *Journal of the learning sciences*, 1999, 8(3-4), 391–450.
- [17] RIKMANIS, I., LOGINS, J., NAMSONE, D. *Teacher Views on Inquiry-based Science Education*. In *Inquiry – based Science Education in Europe: Refl ections from the Profi les Project*. Berlin: Freire Universität Berlin, 2012, s. 14–16. ISBN 978-3-00-039403-4.
- [18] DOBBER, M., ZWART, R., TANIS, M., VAN OERS, B. *Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education*. *Educational Research Review*, 2017, 22, 194–214.

Název	DIDINFO 2024 New Perspective in Informatics Education (International Proceedings on Teaching Informatics)
Editor	Ing. Jindra Drábková, Ph.D.
Vydavatel	Technická univerzita v Liberci Studentská 1402/2, Liberec
Schváleno	Rektorátem TUL dne 24. 6. 2024, čj. RE 32/24
Vyšlo	v červnu 2024
Vydání	1.
ISBN	978-80-7494-708-7
Č. publikace	55-032-24

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

