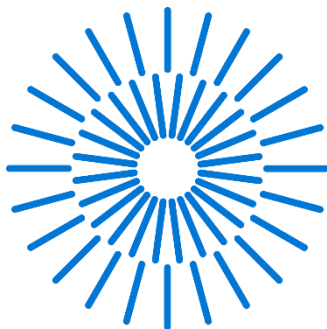

FAKULTA
PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ
A PEDAGOGICKÁ TUL



FAKULTA PŘÍRODNÝCH
VIED UNIVERZITY
MATEJA BELA



Thinking in Informatics Education

International Proceedings

citation bibliographic details

DRÁBKOVÁ Jindra, editor. *Thinking in Informatics Education: International Proceedings*. Online. Liberec, 2026. ISBN: 978-80-7494-774-2,

ISSN: 2454-051X. Available from:

http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/Didinfo_2026_inter.pdf

ISBN: 978-80-7494-774-2

ISSN: 2454-051X



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

Published by Technical University of Liberec.

Peer-reviewed Conference Proceedings

Didinfo 2026

The International Conference on Computer Science Education
April 15th to 17th 2026 | Liberec | Czech Republic

Reviewers:

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

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

doc. Mgr. Cyril Brom, Ph.D., Univerzita Karlova v Praze (CZ)

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

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

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)

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

prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně (CZ)

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

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

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

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)

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

doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD., Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici (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. PaedDr. Jiří Vaníček, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (CZ)

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně (CZ)

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

Content


Reading about structural thinking 1	6
<i>Mária Čujdíková, Ivan Kalaš</i>	
Informatics for marginalised pupils in the first cycle	16
<i>Gabriela Vnenčáková, Ivan Kalaš</i>	
STEM education model for upper secondary schools	27
<i>Ján Guniš, Ľubomír Šnajder, Zuzana Ješková, Anna Mišianiková</i>	
The Impact of Rubrics on Students' Work with Robots in Computer Science Classes	36
<i>Jakub Krcho, Karolína Miková</i>	
Lower Secondary School Students' Preconception of the Basic Principles of Sensor Operation	43
<i>Barbora Stenová, Adela Mináriková, Karolína Miková</i>	
How high school contestants solved interactive tasks in Bebras challenge 2025/26	52
<i>Lucia Budinská, Michal Winczer</i>	
Involving a computing contest in the training of future teachers.....	62
<i>Jiří Vaníček</i>	
Between aesthetics and code: Evaluation priorities of pre-service teachers when assessing programming projects	70
<i>Patrik Kľofáč, Jan Pršala</i>	
Neurons for Teachers.....	79
<i>Ľubomír Salanci</i>	


Obsah

Čítanie o štruktúrnom myslení 1	6
<i>Mária Čujdíková, Ivan Kalaš</i>	
Informatika pre marginalizovaných žiakov 1. cyklu	16
<i>Gabriela Vnenčáková, Ivan Kalaš</i>	
Model STEM vzdelávania pre gymnáziá.....	27
<i>Ján Guniš, Ľubomír Šnajder, Zuzana Ješková, Anna Mišianiková</i>	
Vplyv rubriek na študentov pri práci s robotmi na informatických hodinách.....	36
<i>Jakub Krcho, Karolína Miková</i>	
Prekoncepty žiakov druhého stupňa ZŠ o základných princípoch fungovania senzorov	43
<i>Barbora Stenová, Adela Mináriková, Karolína Miková</i>	
Ako súťažiaci zo SŠ riešili interaktívne úlohy v súťaži iBobor 2025/26	52
<i>Lucia Budinská, Michal Winczer</i>	
Zapojení informatické súťaže do prípravy budúcich učiteľů	62
<i>Jiří Vaníček</i>	
Mezi estetikou a kódem: Hodnotící priority budúcich učitelů při posuzování projektů z programování	70
<i>Patrik Klofáč, Jan Pršala</i>	
Neuróny pre učiteľov.....	79
<i>Ľubomír Salanci</i>	

Čítanie o štruktúrnom myslení 1

Reading about structural thinking 1

Mária Čujdíková ¹
FMFI UK v Bratislave, Slovensko
maria.cujdikova@fmph.uniba.sk

Ivan Kalaš ²
FMFI UK v Bratislave, Slovensko
ivan.kalas@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRACT

The concept of structural thinking is used in many areas, such as architecture, biology, mathematics, music theory etc., and, naturally, in informatics. In our contribution, we examine structural thinking and its development from the perspective of Papert's seminal book *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Although Papert does not use the term 'structural thinking' directly, it runs through his entire work as one of the key threads. Our research has shown that Papert still has a lot to offer us today in terms of structures. We find an important connection with our perception of structural thinking in *Mindstorms* mainly in the following four themes:


- *Objects for thinking (objects-to-think-with)*, i.e. objects that we can manipulate (or rather, manipulate their representations, since they are often abstract objects), identify with, and use to gain insight into the structure of things, relationships, concepts, processes, etc. A typical 'Papertian' example of such an object is the Logo turtle.
- *Debugging and iterative evaluation of solutions*. Learners should be encouraged not to perceive mistakes or uncertainties as failures, but as diagnostic tools that can help them gain a deeper understanding of the subject matter.
- *Procedural thinking*, which Papert understands as a process in which we express a solution to a problem as a procedure. That is, as something that can be conducted 'step by step'. We can then experiment with it, reflect on it, modify, parameterize, and explore it further.
- Thinking about some problems as *systems* that have states and in which certain rules apply. As a typical example of this perspective, Papert cites a turtle, which is in a specific state at every moment, defined by its position and direction. The commands we give it can be viewed not only as instructions for drawing, but also as operators that change its state.


Based on these findings, we subsequently explored opportunities for developing structural thinking in a randomly selected tasks from the Bebras Challenge. For each of the five analysed tasks, we examined in detail its nature and focus on a specific area of informatics and considered whether and how solving it could contribute to the development of structural thinking. However, whether it actually does contribute depends on a number of factors, primarily how the task is used—from its individual solution within the Challenge to its inclusion in an informatics lesson, with a specific goal and certain pedagogy. Although the Bebras tasks are primarily intended for individual work during the competition, we are increasingly observing that teachers or researchers also use them in their informatics classes. Such situations can lead to rich discussions, comparisons of approaches and solutions, shared explanations, reflection on one's own methods and thinking, mutual suggestions for similar alternative tasks, etc.

We have been pleased to find that, even though we selected the tasks at random, we identified rich connections with the concept of structural thinking and the potential for its development in each one.

Keywords

structural thinking, Papert and his Mindstorms, developing structural thinking in the Beaver tasks

¹  <https://orcid.org/0009-0004-8684-9407>

²  <https://orcid.org/0000-0003-4597-3028>

ABSTRAKT

Pojem štruktúrne myslenie sa používa v mnohých oblastiach, napr. v architektúre, biológii, matematike, teórii hudby... a prirodzene aj v informatike. V našom príspevku skúmame štruktúrne myslenia a jeho rozvoj v informatike z pohľadu Papertovej významnej knihy *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Hoci Papert ešte nepoužíva priamo označenie štruktúrne myslenie, celým jeho dielom sa vinie ako jedno z kľúčových vlákien. Naš výskum ukázal, že Papert nás o myslení o štruktúrach má aj dnes veľa čo naučiť. Dôležitú súvislosť s našim vnímaním štruktúrneho myslenia uňho nachádzame v *Mindstorms* pri konceptoch ako *objekty na premýšľanie, ladenie a vyhodnocovanie riešenia, procedurálne myslenie, uvažovanie o systémoch* a pod.

Vo svetle zistení z analýzy tejto knihy sme následne skúmali príležitosti na rozvoj štruktúrneho myslenia vo vybraných úlohách súťaže iBobor. Potešilo nás, že hoci sme výber urobili náhodne, v každej sme identifikovali bohaté súvislosti s poňatím štruktúrneho myslenia a jeho rozvoja.

Kľúčové slová

štruktúrne myslenie, Papert a jeho *Mindstorms*, rozvoj štruktúrneho myslenia v úlohách iBobra

1 ÚVOD

V našom projekte STRIPS: *Štruktúrne myslenie a jeho rozvoj v školskej informatike na ZŠ* skúmame od roku 2025, čo je štruktúrne myslenie, či a čím sa líši od informatického myslenia (skrátene CT) a ako by sme ho mohli rozvíjať v modernej školskej informatike. Zatiaľ sme iba na začiatku nášho výskumného snaženia, no prvotné čiastkové zistenia sú povzbudzujúce. V úvodnej výskumnej sonde, pozri [1], sme si zvolili jednu z najbežnejších dátových štruktúr, a to dvojrozmerné frekvenčné tabuľky a zisťovali, ako ich vnímajú 8 až 10 roční žiaci a ako s nimi pracujú, ak sú integrované do programovacích aktivít v druhom svete Emila. Už vtedy nás zaujali najmä dve zistenia: (a) možnosť riešiť problémy programovaním atraktívnej animovanej postavy je pre žiakov silne motivujúca, a tiež, že (b) vhodné začlenenie rôznych kontextov a pojmov, ako napríklad tabuliek, do zaujímavého programovacieho prostredia má potenciál podporovať pokročilé kognitívne zručnosti, ktoré presahujú bežný rámec CT pre túto vekovú skupinu. V [2] sme si zvolili širšiu tému. Analyzovali sme celý komponent Informatiky s Emilom, konkrétne Robotiku s Emou a skúmali, aké rôzne aspekty štruktúrneho myslenia tu dokážeme identifikovať a či ich vieme zároveň vnímať aj ako známe súčasti CT³. Zistili sme, že analyzované aktivity edukačnej robotiky pre primárne vzdelávanie prispievajú k rozvoju dekompozície, algoritmického myslenia, abstrakcie a evaluácie. Zároveň sme však identifikovali aj dve aspekty štruktúrneho myslenia, ktoré presahujú bežné modely CT, a to:

- Práca s násobnými reprezentáciami a opakované translácie medzi nimi. Ak si majú žiaci rozvíjať štruktúrne myslenie, je nevyhnutné, aby skúmali a interpretovali rôzne reprezentácie a prekladali ich napr. do podoby programu.
- Štruktúrne myslenie sa snažíme rozvíjať na rôznych úrovniach. Zrejme najvyššiu z nich predstavuje *holistické vnímanie aktivity a jej riešenia ako celku*, teda premýšľať o jeho prvkoch a vzájomných vzťahoch na najvyššej úrovni.

To nás prirodzene motivuje k hlbšiemu skúmaniu štruktúrneho myslenia. V informatickej výskumnej literatúre sa však v 21. storočí tejto téme nevenuje taká pozornosť, akú si zrejme zaslúži⁴. Rozhodli sme sa preto vrátiť sa ku koreňom moderného premýšľania o potenciáli počítačov a programovania v učení sa žiakov. Teda vrátiť sa späť k produkcii vizionárov našej oblasti, akými boli alebo sú Papert, Clayson, diSessa, Feurzeig, Goldenberg, Resnick a ďalší, napr. v svojich dielach

³ V zmysle zaužívaných komponentov napr. podľa Cansu a Cansu [3].

⁴ Toto neplatí o výskumoch v oblasti vyučovania matematiky, ktorá je aj v tomto kontexte pre nás významným zdrojom. Práve takémuto pohľadu sa na tejto konferencii venuje príspevok našich kolegov Vankúša a Vargovej [4].

[5-9] a iných. Už prvé pripomenutie si týchto majstrovských diel, ktoré spolu vytvorili *konštruktivistický pohľad* na poznávací proces [10, 11] a tzv. *logovskú kultúru* [12], ukázalo obrovskú hĺbku a bohatstvo myšlienok, o ktoré súčasný výskum a vývoj pre školskú informatiku jednoducho nesmie prísť.

V tejto publikácii sa zameriavame iba na prvé z týchto formatívnych diel, a to Papertovu knihu *Mindstorms* z roku 1980, ktorou ovplyvnil celé generácie vedcov, tvorcov vzdelávacích prostredí a obsahu⁵, a tiež pedagógov. Analyzujeme ho so snahou identifikovať, ako Papert vníma príležitosti na rozvoj štruktúrneho myslenia a čo pre neho znamená. To isté dielo, ale z pohľadu rozvoja metakognície žiakov, robí na tejto konferencii kolegyňa Božová [13]. Jednoznačne – aj keď len sprostredkované – je dielom a filozofiou Paperta ovplyvnený aj ďalší príspevok na tejto konferencii, a to [14] autorov Vnenčáková a Kalaš.

2 CIELE A DESIGN VÝSKUMU

V prvej časti nášho výskumu sme sa rozhodli prostredníctvom analýzy *Mindstorms* [5] sformulovať ucelený obraz toho, ako Papert vníma štruktúrne myslenie a kde pri práci žiakov s počítačom a pri programovaní vidí príležitosti na jeho rozvoj. Tento cieľ sme sformulovali ako výskumnú otázku O1: *Čo nám hovorí Papert v Mindstorms o štruktúrnem myslení a podpore jeho rozvoja?*

V druhej časti výskumu sme sa zamerali na analýzu vybraných úloh zo súťaže iBobor vo svetle zistení z prvej časti. Na základe tohto cieľa sme si položili výskumnú otázku O2: *Ako dnes dokážeme využiť Papertove postoje pri analýze programovacích úloh typu iBobor?*

Úlohy sme pre našu analýzu vybrali kvázi náhodným spôsobom: V decembri 2024 kolegyňa M. Tomcsányiová vytvorila interný materiál – nástenný kalendár na rok 2025 zostavený z archívu bobrích úloh [15]. Každý mesiac ilustrovala výberom siedmich bobrích úloh. Jej zámerom zrejme bolo, aby každý list kalendára ponúkol pestrý výber rôznorodých úloh rôznych kategórií súťaže. My sme si z tohto kalendára náhodne vybrali mesiac september. Ako vysvetlíme v časti 4, pre účely našej analýzy a tejto publikácie sme nakoniec využili iba prvých päť úloh, pretože výsledky analýzy (v optike Papertovho *Mindstorms*) šiestej a siedmej úlohy už neprinášali žiadne iné pohľady na rozvoj štruktúrneho myslenia.

V oboch častiach nášho výskumu sme využili kvalitatívny prístup, konkrétne metódu reflexívnej tematickej analýzy autoriek Braun a Clark [16]. K analýze sme pristupovali v duchu konštruktivistickej epistemológie, teda nesnažili sa o formulovanie všeobecne platných záverov, ale o našu vlastnú interpretáciu súvislostí medzi štruktúrnym myslením a analyzovaným zdrojom. Rovnako, nevychádzali sme z vopred vymedzenej definície štruktúrneho myslenia, ale naopak, snažili sa o jeho porozumenie na základe analyzovaného textu. V duchu Papertovho slovníka môžeme povedať, že sme postupovali ako výskumník *bricoleur* – tvorivo sme pracovali zo zdrojmi, ktoré sme mali „po ruke“ a snažili sa z nich vybudovať niečo nové.

Postupovali sme iteratívne – priebežne sme tvorili a spresňovali kódy a témy a reflektovali ich prostredníctvom vzájomných diskusií. Ako súčasť tohto reflektívneho procesu sme využili aj ChatGPT. V súlade s odporúčaniami teoretikov výskumných dizajnov [17] pre zapojenie veľkých jazykových modelov do tohto typu výskumu sme výstupy čtu brali ako názor ďalšieho *nezávislého kolegu*, ktorý môže rozšíriť náš pohľad, ale zároveň sa môže aj mýliť. Preto sme tieto vstupy vždy spätne overovali opakovaným čítaním a hlbokou analýzou relevantných častí zdrojových dát. Zároveň sme tieto vstupy AI nástroja opakovane posudzovali aj vo svetle našich interpretácií.

3 ZISTENIA

Hneď na začiatku musíme konštatovať, že úloha analyzovať Papertove kľúčové dielo *Mindstorms* z pohľadu štruktúrneho myslenia sa nám ukázala náročnejšia, než sme očakávali, a to z viacerých

⁵ Včítane tvorcov Comenius Loga a Imagine Logo. A celkom určite pre nás vyvrcholil v Informatike s Emilom.

dôvodov. Prvým z nich je určite to, že Papertove vnímanie kategórie, ktorá nás zaujíma v tomto výskume, je rovnomerne integrované do textu od prvej po poslednú stranu. Nie je to téma, ktorej by sa venoval oddelene od iných významných myšlienkových vlákien, ako konštrukcionistickej epistemológii, rozvoju metakognície, programovaniu ako príležitosti na rozvoj myslenia, napr. matematického myslenia a pod. V celom svojom diele to robil vedome a cielene, vždy s obavou, aby sa jeho dôležité myšlienky nestali námetom na nezáživné definície a testovanie študentov.

Možno ešte výraznejšou prekážkou bolo to, že Papert – nesmierne rozhládený a vzdelaný človek a skutočný akademik – dokázal aj o veľkých veciach hovoriť jednoduchým a neformálnym jazykom. Aj významné témy sa vždy snažil prezentovať cez konkrétne skúsenosti a ilustratívne príbehy. Domnievame sa, že v tomto našom príspevku by si radšej čítal kapitolu 4. V nej analyzujeme konkrétne školské úlohy z pozície jeho vnímania štruktúr a premýšľania o nich. Viac než kapitolu 3, v ktorej sa snažíme priblížiť kolegom výskumníkom jeho pohľad na štruktúrne myslenie. Napriek tomuto všetkému sa pokúšame charakterizovať jeho pohľad v štyroch témach – neúplných a navzájom sa prekrývajúcich.

Objekty na premýšľanie. Papert často hovorí o objektoch na premýšľanie (*objects-to-think-with*). Sú to objekty, s ktorými môžeme manipulovať⁶, stotožniť sa s nimi a preniknúť vďaka nim do štruktúry vecí, vzťahov, konceptov, procesov a pod. Papert ako príklad takéhoto objektu uvádza korytnačku v Logu. Vďaka nej môžeme napr. *zažiť, čo je uhol skôr, než porozumieme pojmu uhol v matematike*. Môžeme si predstaviť, o koľko by sme sa potrebovali otočiť na svojom mieste, aby sme sa pozerali želaným smerom. Svoje premýšľanie vieme prepojiť s vlastným telom, stotožniť sa s postavou, ktorú riadime. Tento jav Papert označuje ako syntonicita (*body syntonicity*). Z uhla prestáva byť abstraktný koncept. Stáva sa z neho niečo, čo môžeme sami preskúmať a preniknúť tak do jeho štruktúry.

Podobne, ak chceme pomocou korytnačky nakresliť štvorec, prestane z neho byť len výsledný tvar. Na to, aby vznikol štvorec, potrebujeme štyrikrát zopakovať kroky *ísť dopredu o danú dĺžku a otočiť sa o 90° jedným smerom*. Túto štruktúru môžeme ďalej skúmať. *Čo sa stane, ak zmeníme dĺžku pohybu vpred? Bude to stále štvorec? Čo ak zmeníme uhol otočenia?* Takáto práca s korytnačkou prirodzene podporuje štruktúrne myslenie – matematické objekty už nevnímame len ako hotové tvary, ale premýšľame nad tým, ako ich vieme získať. Podobný posun od hotového abstraktného konceptu k skúmaniu vzťahov na konkrétnych prípadoch môžu sprostredkovať aj iné objekty na premýšľanie.

Ladenie a vyhodnocovanie svojho riešenia. Papert nás vedie k tomu, aby sme prípadné chyby alebo váhania nevnímali ako zlyhanie, ale ako diagnostický nástroj, ktorý nám môže pomôcť preniknúť viac do hĺbky. Keď sa napríklad snažíme niečo nakresliť pomocou korytnačky a výsledok nám *nesedí*, nemusíme začať odznova. Namiesto toho skúmame, ktorý krok v našom postupe viedol k odchýlke a ako sa tento **lokálny krok** premietol do **globálneho výsledku** – celkového tvaru kresby. Ladenie či debugging sa tak stáva nástrojom, pomocou ktorého môžeme analyzovať vzťah medzi štruktúrou nášho programu a získaným výsledkom. A zároveň aj nástrojom na kultivovanie tejto štruktúry – svoj program na základe neho postupne doladíme, spresníme a vylepšujeme. Aby bol tento proces jednoduchší, Papert odporúča stratégiu známu ako **štruktúrované programovanie**⁷, teda rozdelenie programu na menšie zmysluplné časti (procedúry), ktoré môžeme testovať a opravovať samostatne. Výhodu tohto prístupu vníma v tom, že rozdelenie programu na menšie časti nám umožňuje pracovať *s dobre stráviteľnými sústavami*. Zdôrazňuje, že sa tým sprístupňuje veľká myšlienka: je možné budovať veľký intelektuálny systém bez toho, aby sme robili kroky, ktorým nerozumieme. ***A budovanie hierarchickej štruktúry nám umožňuje uchopiť systém ako celok – teda vidieť ho z vtáčej perspektívy.***

⁶ Resp. manipulovať s ich reprezentáciami, pretože často ide o abstraktné objekty.

⁷ Nie celkom vo význame Wirthovho štruktúrovaného programovania, skôr ako programovnie s dobrou sémantickou štruktúrou.

Základný papertovský pilier súvisiaci so štruktúrnym myslením tvoria v tejto úlohe **reprezentácie** a **prechody medzi nimi**. Úloha využíva dve vstupné reprezentácie, ktoré sa navzájom dopĺňajú. Text zadania vytvára celkový kontext. Vysvetľuje, ako máme chápať symboliku na obrázku a čo hľadáme, pozri obr. 1. To nám pomôže obrázok interpretovať, vnímať ho ako reprezentáciu krajiny bobrov a ich obydľí, s cestičkami medzi nimi a ich dĺžkami. Takáto reprezentácia nám umožňuje jednoduchšiu mentálnu manipuláciu s trasami, z abstraktnej dátovej štruktúry robí niečo uchopiteľné, niečo konkrétne – môžeme sa stotožniť s pánom Bobrom, ktorý má navštíviť svojich kamarátov a chce prejsť čo najmenej kilometrov.

Táto úloha je teda zameraná na hľadanie najkratšej trasy v grafovej štruktúre. Naším **objektom na premýšľanie** je tu graf s váženými hranami, ktoré vyjadrujú **vzťahy** medzi jeho prvkami. Keď zvažujeme rôzne možnosti prechádzania, skúmame **lokálne časti** tohto grafu a prirodzene sa pýtame, kadiaľ sa nám oplatí ísť, koľko kilometrov prejdeme pri konkrétnej voľbe a či vieme nájsť aj kratší variant. Robíme *malé objavy*, kladieme si otázky: *Môžeme sa do niektorej dediny vrátiť aj druhýkrát, a tak sa vyhnúť dlhšiemu spojeniu? Môžeme prejsť po niektorej cestičke dvakrát?* Opakovane vyhodnocujeme vstupné **podmienky** a vzťahy v grafe. Spolu s lokálnym skúmaním častí grafu uvažujeme aj o jeho celkovej štruktúre z **globálneho pohľadu**. Uvažujeme, ako sa zmení dĺžka výletu, ak zmeníme niektorú z volieb alebo poradie prechádzania. Aj samotná trasa, ktorú navrhujeme, má svoju reprezentáciu a štruktúru, aj keď výsledok úlohy vyjadríme iba jediným číslom.

Štruktúrne myslenie využijeme aj pri **vyhodnocovaní** navrhnutého riešenia, prípadne jeho **ladení**. Ak usúdime, že riešenie možno nie je najkratšie, nezrušíme ho nutne celé, ale zamyslíme sa, na ktorých úsekoch sme stratili zbytočné kilometre a skúsime zlepšiť iba túto konkrétnu časť. Následne zvažíme, ako sa úprava prejaví na celkovej dĺžke výletu a premýšľame, či sme už našli najkratšiu možnú trasu. Takéto postupné vylepšovanie riešenia podporuje aj naše **premýšľanie o vlastnom myslení**⁹.

Šifra bobra Eduarda

Šifra bobra Eduarda sa používa tak, že samohlásky a medzery sa v texte nezmenia, každá spoluhláska sa nahradí ďalšou spoluhláskou v abecede, posledná spoluhláska abecedy (Z) sa nahradí prvou (B).

Ako vyzerá správa DNES O TRETEJ PRED DOMOM zašifrovaná pomocou šifry bobra Eduarda?

Obrázok 2. Úloha kategórie Benjamíni, školský rok 2007/2008

Úloha nás vedie k **práci so systémom**, v ktorom platia určité pravidlá. Správa na zašifrovanie, teda reťazec znakov, sa stáva **objektom, s ktorým môžeme manipulovať** podľa daného pravidla. Každé písmeno v správe je prvkom v poradí a pravidlo šifrovania predstavuje funkciu, ktorá každému vstupu (pôvodné písmeno) priradí výstup (nové písmeno). Do hry tu vstupuje aj abeceda ako reprezentácia, v ktorej má každý prvok svoje miesto a vzťah k nasledujúcemu prvku. Dôležitou súčasťou je aj ošetrovanie okrajových situácií: pri poslednom písmene uplatňujeme cyklický prechod ($Z \rightarrow B$), aby bolo pravidlo všade definované.

Úloha má tiež potenciál rozvíjať **procedurálne myslenie**. Riešenie úlohy môžeme štrukturalizovať do postupu: Text prechádzame po znakoch a podľa typu znaku aplikujeme vhodné pravidlo, pritom výsledky zapisujeme do nového textu. V praxi si tak v mysli vytvárame *program*, podľa ktorého konáme, pričom nejde primárne o výsledok, ale skôr o to, že postup vieme formulovať, zopakovať a preniesť na ďalšie správy. V tomto duchu sa prirodzene objavuje aj ladenie prípadných chýb alebo kontrola, či sme postupovali správne – ak sme sa pomýlili, nemusíme začať od začiatku, ale preskúmame, kde sa pravidlo narušilo a opravíme len konkrétne písmeno.

⁹ Tejto téme sa vo svojom príspevku na konferencii DidInfo 2026 venuje Božová v [10].

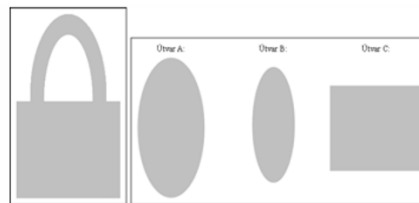
Pri riešení si zároveň môžeme pomôcť ďalšou reprezentáciou, ktorá zníži kognitívnu záťaž a podporí **systematické uvažovanie** – celú abecedu si napr. môžeme zapísať do riadka a vyznačiť v nej posuny, alebo si vytvoríme tabuľku zobrazenia písmen a pod. Takéto pomocné reprezentácie nám uľahčia opakované uplatňovanie pravidla pri spracovaní textu.

Zámok

Obrázok visiaceho zámku sme vytvorili pomocou troch útvarov – elips A a B a jedného štvorca C.

Pomocou akých operácií sme zámok vytvorili?

- A) prienik A, B a C
- B) prienik A a B zjednotený s C
- C) rozdiel A a B zjednotený s C
- D) rozdiel A a C zjednotený s B



Obrázok 3. Úloha kategórie Juniory, školský rok 2007/2008

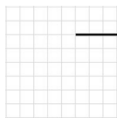
Papert v [4] opakovane zdôrazňuje, že efektívne sa učíme vtedy, keď pracujeme s **objektmi, ktoré môžeme manipulovať**, a keď máme k dispozícii **jednoduché operácie**, ktorými z nich vieme vytvárať **zložitejšie celky**. Úloha Zámok spĺňa tieto predpoklady. Výsledný obrázok vzniká ako kombinácia tvarov A, B, C a operácií, ktoré s nimi vykonávame. Aby sme správne určili, aký postup vedie k výsledku, potrebujeme porozumieť tomu, ako tieto operácie fungujú. Tvary A, B, C a operácie s nimi sa tu stávajú **objektmi na premýšľanie**, s ktorými môžeme robiť **mentálne experimenty**: *Čo sa stane, keď urobíme rozdiel A a B?*, *Čo zostane?*, *Čo ubudne?*, *Čo sa stane, keď niektoré z týchto tvarov zjednotíme?*, *Keď spravíme ich prienik?*, *Akým spôsobom vieme uložiť dané tvary?*, *V akom poradí a aké operácie môžeme spraviť, aby sme vytvorili časť daného zámku?* V papertovskom poňatí je tu tiež dôležité, že hoci pracujeme s konkrétnym obrázkom (zámkom), zároveň si tým vytvárame mentálny model uvedených operácií, ktorý vieme preniesť aj na iné situácie. Práve to tvorí jadro štruktúrneho myslenia.

Aj táto úloha tiež ponúka príležitosti na rozvoj procedurálneho myslenia. Jedným zo spôsobov riešenia je *dekonštrukcia*. Pýtame sa, aké poradie tvarov a operácií mohlo viesť k cieľovému obrázku, teda v podstate hľadáme procedúru: *Vezmi A, kombinuj ho s B operáciou X, potom výsledok uprav pomocou C operáciou Y*. Iná možnosť je nazerať na tento problém ako na **stavový priestor**, kde začiatočným stavom je prázdny obrázok a **operátormi** sú *pridať A, B alebo C, odobrať A, B alebo C, či urobiť prienik s A, B alebo C*. Hľadanie riešenia, resp. hľadanie hlbšieho porozumenia problému potom spočíva v systematickom prehľadávaní tohto priestoru. Na prázdny obrázok postupne aplikujeme tri operátory – podľa každej z alternatívnych odpovedí a výsledný stav porovnávame s daným obrázkom zo zadania. Aplikujeme teda operátory či vykonávame procedúry, a zároveň kontrolujeme ich efekt, čo podporuje **systematické uvažovanie** aj **priebežné overovanie postupu**.

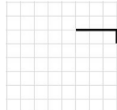
Algoritmické kreslenie

Bobor pozná algoritmus, ktorým môžeme na štvorcovom papieri vytvoriť rôzne kresby: Zvolíme si tri ľubovoľné čísla od 1 do 9. Na ukážku sme si zvolili čísla 3, 1 a 6.

Krok 1. Nakreslíme takú dlhú čiaru, ako vyjadruje prvé číslo (3 štvorčeky v štvorcovej sieti) a otočíme sa o 90° vpravo.



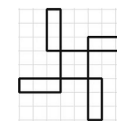
Krok 2. Nakreslíme takú dlhú čiaru, ako vyjadruje druhé číslo (1 štvorček v štvorcovej sieti) a otočíme sa o 90° vpravo.



Krok 3. Nakreslíme takú dlhú čiaru, ako vyjadruje tretie číslo (6 štvorčekov v štvorcovej sieti) a otočíme sa o 90° vpravo.

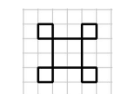


Krok 4: Zopakujeme kroky 1 – 3 ešte trikrát.



Ktoré tri čísla vytvorili nasledujúci obrázok?

- A) 4, 1, 1
- B) 1, 4, 4
- C) 1, 3, 1
- D) 3, 1, 3



Obrázok 4. Úloha kategórie Juniory, školský rok 2008/2009

Táto úloha spadá do kategórie logovských úloh. V nich zadávame korytnačke príkazy, aby podľa nich kreslila čiary a otáčala sa. Papert vo svete korytnačej geometrie poukazuje na vhodnosť **rozloženia riešenia** na menšie, zmysluplné a samostatne skonštruovateľné časti a ich opakované použitie. To nám pomáha hlbšie nahliadnuť do problému a preskúmať **štruktúru výsledku**¹⁰, a tiež **štruktúru programu**. Už na základe čiastkových obrázkov a popisu v zadaní úlohy vieme premýšľať o štruktúre výsledného obrázka: jej najmenšia časť je jeden úsek v mriežke (strana štvorčeka), spojením niekoľkých úsekov vznikne čiara, spojením troch čiar spolu s otočením o 90° po každej z nich vznikne motív, zopakovaním tohto motívu celkovo štyrikrát vznikne výsledný obrázok. Úzko sa tu prepája porozumenie štruktúre programu, procesu vzniku obrázka a štruktúre výslednej kresby. Dôležitú úlohu tu zohrávajú aj **reprezentácie** a **prechody** medzi nimi. Každé z trojice daných čísel predstavuje postup *urob čiaru danej dĺžky a otoč sa o 90°*. Štvrtý prvok v zadaní úlohy reprezentuje cyklus: hovorí nám, aby sme kroky 1 až 3 opakovali ešte trikrát.

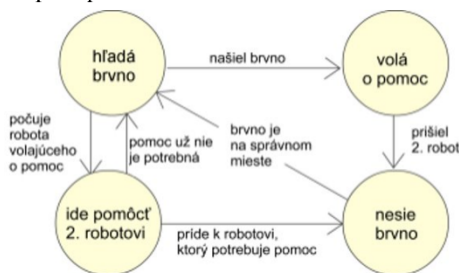
Pri riešení tejto úlohy môžeme postupovať rôznymi spôsobmi, napríklad:

- skúmať výsledný obrázok a premýšľať, čo sa v ňom podľa uvedeného programu kedy nakreslilo,
- vykonávať jeden za druhým jednotlivé kroky daného postupu a pozorovať, či nám vzniká požadovaný výsledný obrázok.

V oboch prípadoch ide o **štruktúrne myslenie**. V prvom skúmame výsledný tvar a premýšľame, čo sa v ňom kedy kreslilo – deduktívne ho **rekonštruujeme**. V druhom prípade induktívne **vykonávame algoritmus** a priebežné výsledky porovnávame s očakávaným výstupom podľa zadania. Snažíme sa preto rozumieť **štruktúre programu** a jeho zápisu. V oboch prípadoch zapájame tiež **procedurálne myslenie**: v prvom potrebujeme rozumieť programu – čo robí ktorý krok a prečo vzniká daný tvar. V druhom prípade program vykonávame – interpretujeme postupnosť čísel ako príkazy pohybu s otočením.

Spolupracujúce roboty

Skupina robotov musí preniesť niekoľko brvien z jedného miesta na druhé. Každé brvno musia niesť vždy dva roboty. Správanie robotov zobrazuje diagram. Kruhy v diagrame reprezentujú stav robota. Robot môže prejsť z jedného stavu do druhého, ak nastane udalosť napísaná pri šípke.



Napríklad: Ak robot hľadá brvno (stav) a našiel brvno (udalosť), zmení svoje správanie na volá o pomoc (stav).

Ktoré správanie robotov **nie je možné**?

- Keď robot volá o pomoc, všetky roboty, ktoré hľadajú brvno, pôjdu k nemu.
- Ak každý robot v rovnakom čase nájde iné brvno, nemôžu roboty dokončiť svoju prácu.
- Keď dva roboty nesú brvno a počujú iného robota volajúceho o pomoc, pustia brvno a idú pomôcť volajúcejmu robotovi.
- Keď už nie je žiadne voľné brvno, roboty stále hľadajú

Obrázok 5. Úloha kategórie Seniori, školský rok 2009/2010

Úloha popisuje správanie **skupiny agentov** prostredníctvom **diagramu stavov a podmienok** prechodov pre jednotlivca. Každý robot sa riadi jednoduchými pravidlami, ale výsledkom je **systémové správanie celej skupiny**. Pri riešení sa tu zamýšľame nad tým, ktorá situácia v systéme môže nastať a ktorá nie: *Môže sa na základe pravidiel správania popísaných v diagrame stať, že keď robot zavolá o pomoc, pôjdu k nemu všetky roboty, ktoré hľadajú brvno?*, *Platí, že keď každý robot nájde brvno v rovnakom čase, nedokážu spolu dokončiť svoju prácu?*, *Dovoľuje definované správanie robotom nesúcim brvno pustiť ho a ísť pomôcť robotovi volajúcejmu o pomoc?*, *Môžu roboty stále hľadať*

¹⁰ V kontexte Informatiky s Emilom tomu hovoríme infromatická analýza výsledného obrázka.

brvná, aj keď tam už žiadne nebudú? Týmto spôsobom zapájame **štruktúrne myslenie vyššej úrovne**, pretože skúmame, ako lokálne správanie ovplyvňuje globálny výsledok.

Z papertovského pohľadu je tu dôležité aj to, že správanie robota je definované dobre uchopiteľnou štruktúrou, ktorú vieme čítať, analyzovať a vyvodzovať z nej dôsledky. Tú nám sprístupňuje reprezentácia modelu správania robota formou diagramu. Prehľadne zobrazuje stavy a udalosti – prechody medzi nimi, vďaka čomu môžeme skúmať správanie jednotlivca a zisťovať, z ktorého stavu sa môže dostať do iného stavu, pretože ich spája šípka. V tomto zmysle je diagram zároveň vhodným **objektom na premýšľanie**, pretože celý proces robí uchopiteľnejším a pomáha nám uvažovať systematicky o správaní celej skupiny a celého systému.

5 DISKUSIA A ZÁVER

V projekte STRIPS, ktorý tu prezentujeme, sa snažíme porozumieť, čo je štruktúrne myslenie a aký je jeho vzťah k informatickému mysleniu. V súčasnosti len hľadáme odpovede na tieto otázky, napr. aj tak, že sa vraciame aj k novodobým východiskám našej disciplíny a postupne analyzujeme významné publikácie *otcov zakladateľov* moderného pohľadu na potenciál počítačov a programovania pri rozvoji myslenia mladých ľudí, špeciálne práve ich štruktúrneho myslenia. V tomto príspevku sme sa – celkom prirodzene a vhodne zamerali na Papertovu najvýznamnejšiu monografiu *Mindstorms* [4]. V časti 3 sme veľmi skrátene zhrnuli výsledky našej analýzy, v snahe odpovedať na prvú otázku: *Čo nám hovorí Papert v Mindstorms o štruktúrnem myslení a podpore jeho rozvoja?* Konštatujeme, že sa nám na ňu podarilo zatiaľ odpovedať iba čiastočne. *Mindstorms* je skutočne hlboké dielo a zaslúži si opakovanú pozornosť výskumníkov v našej oblasti, a to z rôznych perspektív.

Aby sme našli odpoveď na druhú otázku: *Ako dnes dokážeme využiť Papertove postoje pri analýze programovacích úloh typu iBobor?*, náhodným výberom sme zvolili sedem zadaní pre rôzne kategórie žiakov a v časti 4 analyzovali ich možný prínos pre rozvoj štruktúrneho myslenia¹¹. Využili sme pritom výsledky z hľadania odpovede na prvú otázku – teda perspektívu, ktorú nám pomáha budovať Papert svojim majstrovským dielom. Vidíme, že rozvoj štruktúrneho myslenia má skutočne veľa foriem a veľa komponentov – a v modernej školskej informatike mimoriadny význam. Potešila nás tiež skúsenosť, že kvalitné a rôznorodé štruktúrne myslenie sme bez námahy identifikovali v každej z analyzovaných úloh. V obmedzenom rozsahu tohto príspevku teda druhú otázku považujeme za zodpovedanú.

POĎAKOVANIE

Prezentovaný výskum sme realizovali vďaka zapojeniu do projektu VEGA 1/0407/25 STRIPS: *Štruktúrne myslenie a jeho rozvoj v školskej informatike na ZŠ*. Naša vďaka patrí tiež všetkým tvorcom úloh iBobora, na Slovensku špeciálne kolegom a kolegyniam pod vedením M. Tomcsányiovej.

BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] ČUJDÍKOVÁ, M., KALAŠ, I.: Tables and the development of computational thinking in Programming with Emil for primary school. *Informatics in Education*, 24(3), 2025, p. 471-502.
- [2] KALAŠ, I., ČUJDÍKOVÁ, M. Structural Thinking in Primary Robotics. To appear in PASSEY, D. (Ed.) *Rethinking education through the lens of AI and other breakthrough technologies*. Post conference book, Springer, Cham, 2026.
- [3] CANSU, F.K., CANSU, S.K. An overview of computational thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 2019, p. 17–30.
- [4] VANKÚŠ, P., VARGOVÁ, M. Chápanie pojmu štruktúra v matematike a v matematickom vzdelávaní. Príspevok v recenznom konaní na DidInfo 2026, Liberec, 2026.


¹¹ Analýzu sme však ukončili už po piatej úlohe, pretože sa nám výsledky začali v kontexte zistení v kapitole 3 javiť ako nasýtené. Analýza zvyšných dvoch úloh by už ilustrovala iba tie isté aspekty štruktúrneho myslenia.

- [5] PAPERT, S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, New York, 1980.
- [6] CLAYSON, J.E. *Visual Modeling with LOGO: a structural approach to seeing*. The MIT Press, Cambridge. The MIT Press, Cambridge, 1988.
- [7] ABELSON, H., DISESSA, A.: *Turtle Geometry*. The MIT Press, Cambridge, 1980.
- [8] GOLDENBERG, P., FEURZEIG, W. *Exploring Language with LOGO*. The MIT Press, 1987.
- [9] RESNICK, M. *Turtles, Termites, and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds*. The MIT Press, 1998.
- [10] PAPERT, S., HAREL, I. Situating Constructionism. In: PAPERT, S. – HAREL, I.: *Constructionism*. Norwood, NJ : Ablex Publishing, 1991. ISBN 0893917869. s. 1–12. Dostupné z www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html [cit. 2026-01-28]
- [11] KALAŠ, I., KABÁTOVÁ, M., PALÚCHOVÁ, K., TOMCSÁNYI, P. *Konštrukciomizmus*. DidInfo 2011, UMB Banská Bystrica, pp.7-18.
- [12] PAPERT, S. et al. *Logo Philosophy and Implementation*. Highgate Springs, Vermont: Logo Computer Systems Inc., 1999.
- [13] BOŽOVÁ, M. Seymour Papert: Čítanie o metakognícii 1. Príspevok v recenznom konaní na DidInfo 2026, Liberec, 2026.
- [14] VNENČÁKOVÁ, G., KALAŠ, I. Informatika pre marginalizovaných žiakov 1. cyklu. Príspevok v recenznom konaní na DidInfo 2026, Liberec, 2026.
- [15] TOMCSÁNYIOVÁ, M. a kol. *Kalendár bobrých na rok 2025*. Nepublikovaný materiál zostavený z archívu úloh iBobor, FMFI, Univerzita Komenského v Bratislave, 2025.
- [16] BRAUN, V., CLARKE, V.: *Thematic Analysis: A Practical Guide*. SAGE Publications, London 2021.
- [17] NICMANIS, M., SPURRIER, H. Getting Started with Artificial Intelligence Assisted Qualitative Analysis: An Introductory Guide to Qualitative Research Approaches with Exploratory Examples from Reflexive Content Analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 24, 2025.

Informatika pre marginalizovaných žiakov 1. cyklu

Informatics for marginalised pupils in the first cycle

Gabriela Vnenčáková
ZŠ s MŠ Gerlachov, Slovensko
gabi.vnencakova@gmail.com

Ivan Kalaš ¹
FMFI UK v Bratislave, Slovensko
ivan.kalas@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRACT

In our paper, we present the implementation, findings and conclusions of a research project focused on introducing informatics as a subject in the second grade of primary school in a marginalised environment. Pupils from marginalised backgrounds, particularly from Roma communities, enter the school system with specific starting points, prerequisites, and experiences that significantly influence their learning process. Among the most significant factors is the language barrier—at home, these children often communicate in Romani or in a specific form of Slovak (or Hungarian) with Romani linguistic elements that differ from the standard language used in school. This difference complicates communication with the teacher and the acquisition of new concepts, but especially the interpretation of texts and tasks, which negatively affects pupils' success and development.


In our research project, when implementing the informatics curriculum in the 2nd grade at the partner school, we decided to start with programming and i.a. verify whether such a choice is appropriate in this situation as an introductory component of school informatics. From the beginning, we have strived to create opportunities for constructivist, discovery-based, and playful forms of learning to the greatest extent possible. We believe that it is precisely these approaches that enable younger pupils to take their first steps in developing computational thinking—including the basics of algorithmic thinking—by solving interactive, developmentally appropriate, progressively challenging problems.

The pupils in our sample had not previously encountered informatics as a school subject. Given their age and other specifics, we chose the *Emil for the youngest pupils* programming environment. This is an optional 'pre-introductory' step of the *Informatics with Emil* curriculum for primary, which was created during the COVID-19 pandemic for 5- to 7-year-old children as a freely available educational environment for home use. It consists of two 'worlds', each containing four groups of activities, each comprising of a progression of ten tasks to solve. In the first world, learners encounter indirect implicit control, absolute orientation when controlling Emil on regular mats of various sizes, collecting items on spaces *without*, and later *with* recording the order of their collection, with various conditions, obstacles, and limitations arising either from the situation on the mat or in the task description. In the second world, orientation is also absolute, but pupils now control Emil through direct, explicit control using four commands with arrows. Various tools are gradually added to the four step commands.

The aim of our project was therefore to conduct an in-depth qualitative study of a small sample of Romani pupils to determine whether they can, in this environment, gain initial experience in solving basic algorithmically oriented tasks and in recognizing certain structures and patterns in data and procedures. In this paper, we present our observations and experiences from four lessons and finally summarise our conclusions. We note that the selected instrument—with appropriate pedagogy—productively harnessed the pupils' motivation, exceeded our expectations in terms of the development of computational thinking, and also contributed significantly to the development of other competencies, such as cooperation, communication, argumentation, or metacognitive skills.

Keywords

programming, pupils of the marginalised Roma community, Emil for the youngest pupils

¹  <https://orcid.org/0000-0003-4597-3028>

ABSTRAKT

V našom príspevku prezentujeme ciele, realizáciu a závery výskumného projektu zameraného na zavedenie predmetu informatika v 2. ročníku na ZŠ v marginalizovanom prostredí. Rozhodli sme sa prvé hodiny nového predmetu venovať programovaniu a overiť, či je pre našich rómskych druhákov vhodné programovacie prostredie *Emil pre najmladších žiakov*. V príspevku poukážeme na špecifiká, ktoré má naša bežná práca s marginalizovanými žiakmi – napr. obmedzená slovná zásoba a porozumenie slovenského textu, charakterizujeme použité programovacie prostredie, prezentujeme naše pozorovania a skúsenosti z vyučovacích hodín a sumarizujeme naše závery. Konštatujeme, že zvolený vzdelávací obsah spolu s vhodnou pedagogikou produktívne využil radosť žiakov z objavovania, prekonal naše očakávania v rovine rozvoja informatického myslenia, a tiež pozoruhodne prispel k rozvoju kompetencií žiakov ako spolupráca, komunikácia a metakognitívne zručnosti.

Kľúčové slová

programovanie, žiaci z marginalizovanej rómskej komunity, *Emil pre najmladších žiakov*

1 ÚVOD

Žiaci z marginalizovaného prostredia, najmä z rómskej komunity, vstupujú do školského vzdelávania so špecifickými východiskami, predpokladmi a skúsenosťami, ktoré výrazne ovplyvňujú ich učenie sa. Medzi najvýznamnejšie faktory patrí jazyková bariéra – doma tieto deti často komunikujú v rómčine alebo v špecifickej forme slovenčiny (resp. maďarčiny) s rómskymi jazykovými prvkami, ktoré sa líšia od štandardného jazyka používaného na vyučovaní [1]. Táto odlišnosť komplikuje komunikáciu s učiteľom a osvojovanie si nových pojmov, ale najmä interpretáciu textov a zadaní úloh, čo negatívne ovplyvňuje ich úspešnosť v čítaní s porozumením.

Pedagogická prax potvrdzuje, že práca s týmito žiakmi si vyžaduje cieleňú didaktickú prípravu. Učiteľia musia u svojich rómskych žiakov systematicky rozvíjať jazykové kompetencie – rozširovať ich slovnú zásobu, podporovať dekódovanie textov a schopnosť pracovať so sémantickou stránkou viet. Rómski žiaci často nastupujú do školy s obmedzenou slovnou zásobou a zníženými schopnosťami spracovať komplexnejšie texty. To sa potom prejavuje aj zníženou koncentráciou, ťažkosťami s pochopením zadaní a obmedzenou samostatnosťou pri riešení úloh.

Dolean et al. [2] upozorňujú, že rómske deti v začiatkoch školskej dochádzky často nedosahujú zodpovedajúcu úroveň fonematického uvedomovania – schopnosti rozlišovať a manipulovať s jednotlivými hláskami v slovách, čo je kľúčové pre rozvoj čitateľskej gramotnosti. Tento jav nie je dôsledkom kognitívneho deficitu, ale nedostatku stimulujúceho jazykového prostredia pred nástupom do školy z domu, kde majú obmedzený kontakt s literárnymi textami, riekankami alebo diskusiami o texte. Absencia predprimárneho vzdelávania sa teda prejavuje napr. aj v tejto oblasti². Sociálne a kultúrne prostredie, z ktorého žiaci pochádzajú, významne ovplyvňuje ich školskú úspešnosť a spôsob, akým sa zapájajú do vzdelávania.

Súčasný konsolidovaný Štátny vzdelávací program [3] kladie o.i. dôraz aj na rozvoj digitálnych kompetencií, tvorivosti a schopností žiakov riešiť problémy pomocou digitálnych nástrojov. Vo svetle týchto požiadaviek sme sa rozhodli prvý raz na našej škole pokusne začať s vyučovaním informatiky už v 2. ročníku ZŠ. Špecifiká vyučovania informatiky v prostredí rómskej školy však predstavujú rôzne výzvy. Vo výskumnej literatúre sa tejto problematike – a špecificky programovaniu na prvom stupni – podľa nášho vedomia doposiaľ nikto nevenoval. Naproti tomu je pomerne dobre zastúpený výskum problematiky zameraný na špecifiká učenia sa a učenia v marginalizovaných podmienkach. V ďalšom texte tejto časti sa venujeme práve im.

² Preto sme privítali legislatívnu zmenu, a to uzákonenie povinného predprimárneho vzdelávania pre deti, ktoré dovŕšia päť rokov do 31. augusta príslušného roka, pričom túto povinnosť musia absolvovať v materskej škole jeden školský rok pred nástupom do základnej školy, pozri Novelu školského zákona č. 245/2008 z roku 2023.

Okrem už spomínaných obmedzených jazykových kompetencií majú žiaci rómskych komunit často aj slabšie alebo takmer žiadne predchádzajúce skúsenosti s technológiami. Preto je v takýchto situáciách nevyhnutný individuálny, citlivý prístup. Zároveň však, rovnako ako všetky deti, disponujú silnou vizuálnou predstavivosťou, spontánnosťou a radosťou z pohybu, hry a úspechu – danosťami, ktoré možno produktívne uplatniť aj v modernom informatickom vzdelávaní. Počas hodín sme sa preto snažili vytvárať príležitosti pre konštruktivistické, objaviteľské a hravé formy učenia sa. Práve tie totiž umožňujú mladším žiakom cez riešenie gradovaných, vývinovo primeraných problémov robiť prvé kroky v budovaní informatického myslenia, včítane základov algoritmického myslenia.

Žiaci 2. ročníka našej školy sa s informatikou ako vyučovacím predmetom predtým nestretli. Rozhodli sme sa preto overiť, či je vhodné zvoliť v takejto situácii ako úvodný komponent informatického vzdelávania programovanie a realizovať ho pomocou programovacieho prostredia *Emil pre najmladších žiakov*³. Ide o úvodnú „nepovinnú“ časť vzdelávacieho obsahu *Informatika s Emilom* [2] pre 1. cyklus. Najmladší školáci môžu v tomto prostredí získať prvé skúsenosti s riadením postavy, poradím krokov, obmedzeniami na ploche v rôznych formách, s rôznymi podmienkami v zadaní úloh, určitými štruktúrami a vzormi v dátach a pod.

Pop [5] zdôrazňuje, že pravidelná a kontinuálna školská dochádzka je kľúčová pre rozvoj čitateľskej gramotnosti, slovnej zásoby a porozumenia textu. V tomto kontexte má informatika v prostredí *Emila* významný didaktický potenciál. Využíva totiž vizuálne prvky, farebnú kodifikáciu, animované sekvencie a zjednodušený jazyk, čo umožňuje žiakom dekódovať význam inštrukcií aj pri obmedzenom jazykovom porozumení. Programovanie prostredníctvom metódy *learning by doing* – teda učenie sa cez aktívne experimentovanie, okamžitú spätnú väzbu a spoločné diskusie – je prirodzené pre všetky deti, no obzvlášť prínosné pre žiakov so slabšími čitateľskými schopnosťami, pozri [6]. Praktické skúsenosti ukazujú, že všetci žiaci a špeciálne aj deti z rómskej komunity reagujú pozitívne na úlohy s vizuálnou prehľadnosťou, farebným rozlíšením a jasne definovaným cieľom. Kinetické a hravé aktivity podporujú sústredenie, rozvíjajú čítanie s porozumením a vytvárajú bezpečné prostredie, kde žiaci napredujú vlastným tempom a zažívajú pocit úspechu. Je nevyhnutné zavádzať do vyučovania metódy založené na názornosti, hre, kinetických aktivitách a digitálnych nástrojoch, ktoré udržiavajú pozornosť, motivujú a umožňujú prepojenie jazyka s praktickými skúsenosťami.

Gradácia úloh v *Emilovi* umožňuje smerovať žiakov k postupnému objavovaniu prvých informatických konceptov, ale aj k rozvoju tvorivosti, vytrvalosti, produktívnej práce s chybou, k spolupráci, komunikácii, snahe hľadať vysvetlenia, alternatívne postupy, premýšľať o svojom myslení. A zažívať tak úspechy (a niekedy i neúspechy) pri riešení problému a dosahovaní cieľa. Práca v prostredí *Emil* teda umožňuje naplňať ciele moderného vzdelávania, a zároveň umožňuje uplatňovať princípy inkluzívneho vzdelávania. Táto voľba sa tak pre nás stala mostom medzi novým kurikulumom, požiadavkami na rozvoj informatického myslenia a reálnymi potrebami žiakov rómskej školy. Ako predstavíme ďalej, naše skúsenosti ukázali, že aj na 1. stupni ZŠ je možné rozvíjať informatické myslenie prostredníctvom jednoduchých a hravých aktivít, ktoré vedú aj k rozvoju logického myslenia a kompetencií riešiť problémy, zároveň však tiež posilňujú motiváciu žiakov k učeniu sa. Domnievame sa preto, že náš výskumný projekt priniesol nové zaujímavé poznatky z implementácie informatiky v marginalizovaných podmienkach.

2 VÝSKUMNÝ KONTEXT, CIELE A DESIGN

Náš projekt sme realizovali na menšej škole, ktorá zabezpečuje výchovu a vzdelávanie detí v 1. až 4. ročníku základného vzdelávania⁴. Navštevuje ju približne 35 žiakov z rómskej komunity, pričom výučba prebieha v úzkom prepojení s komunitným prostredím obce. Napriek tomu, že k nám chodia takmer výlučne rómski žiaci, základná škola, ktorej súčasťou je aj materská škola, nie je oficiálne

³ Toto prostredie budeme ďalej v texte označovať skráteno ako *Emil*.

⁴ Prvý z dvojice autorov tohto príspevku je na škole učiteľom.

klasifikovaná ako rómska škola a nepoberá žiadne špeciálne príspevky či dotácie. Je situovaná v jednej z obcí v podtatranskej oblasti, v pokojnom prostredí, s výbornými podmienkami pre učenie a vonkajšie aktivity.

Napriek svojej veľkosti sa škola vyznačuje vysokou mierou iniciatívy a rozvojového úsilia. Vedenie školy sa dlhodobo snaží o skvalitňovanie chodu školy, systematicky sa zapája do projektov, grantových výziev a dotačných programov, ktoré umožňujú priebežné inovácie a modernizáciu výučby. Modernizačné aktivity zahŕňajú aj obnovu učební a zavádzanie digitálnych technológií – škola v súčasnosti disponuje novými tabletmi a prenosnými počítačmi, ktoré sa aktívne využívajú pri výučbe. Okrem iného je škole zapojená aj do pilotného overovania nového štátneho vzdelávacieho programu, v rámci ktorého kladie dôraz na rozvoj digitálnej gramotnosti a základných informatických kompetencií. V školskom roku 2025/26, počas ktorého sme projekt realizovali, sa predmet informatika vyučuje po prvý raz už v 2. ročníku, čo predstavuje ďalší dôležitý krok k začleneniu moderných technológií do každodenného vzdelávacieho procesu.

2.1 Ciele a design výskumu

Hlavným cieľom našej práce bolo overiť, do akej miery môže programovacie s *Emilom* podporiť budovanie základov informatického myslenia, rozvoj logických postupov a motivácie u žiakov 2. ročníka základnej školy v marginalizovanom rómskom prostredí. Chceli sme zistiť, či hravé a vizuálne spracovanie základných programovacích konceptov dokáže uľahčiť začiatky školskej informatiky u detí, ktoré sa s programovaním stretávajú po prvýkrát.

Konkrétne, rozhodli sme sa navrhnuť, realizovať a vyhodnotiť sériu prvých štyroch vyučovacích hodín (v rozsahu 1 hodiny týždenne), na ktorých naši žiaci riešili úlohy prostredia *Emil*. Chceli sme takto overiť, či je programovanie pri použití prostredia *Emil* vhodné z hľadiska angažovanosti, motivácie a porozumenia základným informatickým konceptom u žiakov, ktorí doma nemajú možnosť pracovať s počítačom alebo technológiami. Chceli sme tiež podporiť spoluprácu a vzájomnú podporu medzi žiakmi, aby sa vytvorilo bezpečné a motivujúce prostredie, v ktorom by mohli napredovať aj napriek jazykovým, sociálnym či technickým obmedzeniam. Na záver sme si naplánovali vyhodnotiť výsledky práce žiakov a ich reakcie na úlohy v kontexte prekonávania rôznych bariér typických pre marginalizované komunity. Úplnú správu o projekte sme priniesli v [11], v tomto príspevku vzhľadom na obmedzený priestor prezentujeme iba niektoré jeho aspekty a zistenia.

Pracovali sme s celou triedou, čo však v našich podmienkach znamenalo iba so štyrmi žiakmi – dievčatami Lisou a Ninou a chlapcami Rolom a Timom⁵. Pripravili sme si štyri hodiny, počas ktorých sme žiakov postupne smerovali k tomu, aby objavili, ako majú riadiť *Emila* na ploche tak, aby vyriešil zadané úlohy, ako vnímať prvky na políčkach a rôzne vzťahy medzi nimi a obmedzenia, ktoré vyplývajú so zadaním. Hodiny sme koncipovali tak, aby podporovali spoluprácu, vzájomnú pomoc a pocit úspechu aj napriek počiatočným ťažkostiam. Vopred sme si vyjasnili postup, ako smerovať žiakov, čo si na hodine všimnúť a zaznamenávať, ako žiakov navádzať na vlastné objavy vhodnými otázkami a výzvami. Zaujímala nás napr. ich schopnosť pochopiť zadania úloh a samostatne ich riešiť, komunikovať so spolužiakmi svoje postupy a problémy, prejavovať záujem a motiváciu pri práci a pod. Našou prioritou bolo, aby naplno zažili radosť z „malých veľkých úspechov“. Išlo teda o kvalitatívny design s participatívnym pozorovaním žiakov našej vzorky. Produktívne sme pritom využili fakt, že každého z nich dobre poznáme a že rozsah vzorky bol taký malý, že sme dokázali evidovať individuálne postupy, problémy i emotívne reakcie.

2.2 Emil pre najmladších žiakov ZŠ

Ako vzdelávacie obsah a náš výskumný inštrument sme použili softvérové prostredie *Emil*, ktoré vzniklo počas pandémie Covid-19 pre 5 až 7-ročné deti ako voľne dostupná vzdelávacia aktivita

⁵ Mená žiakov sme úmyselne zmenili.

v čase, kedy školy museli dočasne prejsť na dištančnú výučbu⁶. Jeho cieľom bolo poskytnúť rodinám atraktívnu príležitosť na doma, zameranú na:

- moderný, konštruktivistický a komplexný rozvoj infromatického myslenia a programovania ako jeho neodmysliteľnej súčasť,
- rozvoj logického a celkovo aj matematického myslenia,
- rozvoj zručností a chuti riešiť aj náročné problémy, teda učiť sa s radosťou v zmysle Papertovej *náročnej zábavy (hard fun)*, pozri [7],
- holistický rozvoj žiakov, s dôrazom na prepájanie⁷ vzdelávacích oblastí a predmetov, s dôrazom na rozvoj osobnostných zručností ako spolupráce, verbalizácie a komunikácie.

Z pohľadu kognitívnej náročnosti môžeme toto prostredie v celom kontexte *Informatiky s Emilom* zaradiť medzi (a) prostredia určené pre predškolský ročník materskej školy, pozri [8], a (b) štyri svety programovania s Emilom, pozri napr. [9] a [10]. Aj v prípade tohto prostredia chceli autori zachovať rovnaké pedagogické princípy, teda klásť dôraz na spoločné učenie sa objavovaním a skúmaním, s bohatou diskusiou o tom, ako dieťa či žiak uvažuje a postupuje; absencia výkladu; absencia celkovej spätnej väzby⁸; dôraz na plánovanie krokov, objavovanie obmedzení a možností; uvažovanie a komunikácia o postupe, alternatívnych riešeniach a pod.

Emil pre najmladších pozostáva z dvoch svetov, každý z nich obsahuje štyri skupiny aktivít **A**, **B**, **C** a **D**. Každú skupinu tvorí gradácia desiatich úloh, celé prostredie teda obsahuje 80 úloh na riešenie. Prvý svet sa z pohľadu informatiky a infromatického myslenia zameriava na:

- *Nepriame riadenie bez záznamu krokov*, pozri [9] – žiaci nezadávajú príkazy priamo Emilovi, ale klikajú do plochy v tom istom riadku alebo stĺpci, kde sa Emil práve nachádza. O poradí krokov nevzniká žiaden záznam.
- Orientácia je *absolútna* – Emil sa nepohybuje smerom, ktorým je otočený, ale vpravo, dolu a pod.
- *Zber dát (prvkov) na políčkach bez záznamu o poradí* (úlohy skupín **A** a **B**) – Emil zo svojej pozície letí po kliknutí na takto určené políčko a všetky prvky, ktoré cestou míňa, „zbiera“ do krabice vedľa plochy s políčkami. Vo výslednej krabici však nevzniká záznam o poradí pozbieraných predmetov⁹. Krabica ako dátová štruktúra teda zodpovedá *množine (collection)*. Žiaci riešia výzvy ako *Pozbieraj všetky...*, *Pozbieraj iba...*, *Pozbieraj čo najviac...* Na obr. 1 to ilustruje úloha **A9**.
- *Zber dát (prvkov) so záznamom o poradí* (úlohy skupín **C** a **D**) – Emil zbiera prvky do police s pozíciami v poradí zľava doprava. Polica ako dátová štruktúra zodpovedá *jednorozmernej tabuľke* či *zoznamu* s *N* prvkami, s dôrazom na uvedomenie si *poradia* (s výzvami ako *Dokážeš začať kravičkou?* alebo *Modrý autobus nech je posledný a pod.*, na obr. 1 pozri **C7** a **D7**).
- *Interné plánovanie postupu* – v prvom svete žiaci pri riešení úlohy nepripravujú vopred externe reprezentovaný plán cesty ako postupnosť príkazov, ktorú by Emil potom vykonal, teda *neprogramujú*. V gradácii úloh sa ale stupňuje nutnosť *naplánovať si svoju cestu, svoje kroky* vďaka rôznym *podmienkam*. Úlohy totiž často vyžadujú zbierať iba niektoré prvky (podľa ich druhu, farby či iných vlastností). Príklad vidíme na obr. 1 **A9**: Teraz pozbieraj všetky modré útvary. Vieš ich správne pomenovať? Iné úlohy vyžadujú zbierať všetky prvky okrem niektorých; zbierať zadané *počty prvkov*; zbierať prvky tak, aby boli splnené dané *pomery medzi počtami prvkov* (rovnaký počet 'prvkov typu A' a 'prvkov typu B', viac A ako B) a pod.
- Niektoré úlohy vyžadujú, aby vyzbierané prvky na polici tvorili určitý *vzor*, mali určitú *štruktúru*, pozri napr. na obr. 1 úlohu **C7**: Pozbieraj všetky zvieratká, na polici sa ale musia striedať.

⁶ Prostredie však zostalo a trvalo zostáva voľne dostupné na adrese *home.robotemil.com*.

⁷ V tomto veku je asi presnejšie a správnejšie napísať neoddeľovanie.

⁸ K téme spätnej väzby sa vrátíme ďalej.

⁹ Aj v tejto, aj v iných triedach žiaci skôr či neskôr objavia, že v krabici si môžu pozbierané prvky presúvať. Túto možnosť však využívajú inak, nie na manuálne usporiadanie podľa poradia zberu.

- *Obmedzenia* – prvky na ploche často predstavujú pri zbieraní *prekážky*; niektoré políčka na ploche chýbajú; počet pozícií na polici je niekedy obmedzený a pod. Kombináciu obmedzenia a podmienky ilustruje na obr. 1 úloha **D7**: Aj teraz klikaj iba na gombíky a všetky ich pozbieraj¹⁰.



Obrázok 1: Prvé tri obrázky ilustrujú aktivity **A9**, **C7** a **D7** z prvého sveta. Štvrtý obrázok je aktivita **B6** z druhého sveta – už čiastočne riešená (Emil začína vľavo hore).

- Uvažovanie o *riešení*, *riešeniach* a *riešiteľnosti* – úlohy majú zväčša viac riešení, niektoré zasa nemajú ani jedno. Pri riešení má často zmysel uvažovať o počte krokov, počte pozbieraných prvkov, poradí krokov či poradí zbieraných prvkov, o vzťahu medzi rôznymi riešeniami (Pozbieraj autá v poradí modré, červené, modré, červené. Potom skús znova, ale v opačnom poradí.). Ak úloha nemá riešenie, žiaci uvažujú a zdôvodňujú, prečo.

Druhý svet sa z pohľadu informatiky a informatického myslenia od prvého líši dvoma dôležitými vlastnosťami:

- Orientácia je naďalej *absolútna*, ale žiaci už pri navigácii Emila používajú štandardné *priame riadenie* pomocou štyroch príkazov so šípkami, pozri obr. 1 vpravo dolu. O každom použítom kroku vzniká hore na paneli externý *záznam*. Každý príkaz má *jednoznačný význam* – ak je to možné, zodpovedajúcim spôsobom Emil zmení *polohu na ploche*.
- K štyrom príkazom krok pribúdajú postupne aj *nástroje* – vedierko (v skupine **A**), košík a vedierko (v skupine **B**), čarovná palička a oba predchádzajúce nástroje (v skupine **C**). Žiaci postupne objavujú, že na rozdiel od šípok sa nástroje správajú *polymorfne* (z gréckych slov *mnoho foriem*): každý z nich mení pri aplikovaní *stav políčka* podľa toho, v akom stave sa práve nachádza. Napr. v **B6** na obr. 1 vedierko (teda poliatie) zmení prázdnu záhradku na záhradku z mrkvou, ďalším poliatím na dve mrkvy atď.

¹⁰ Vyskúšajme si v mysli: Vyriešime úlohu aj vtedy, ak začneme kliknutím na gombík vpravo (z nášho pohľadu)?

Keďže v tejto etape nášho výskume sme sa zamerali na prácu žiakov s úlohami prvého sveta, o druhom svete tu nebudeme viac písať.

3 MOMENTY Z HODÍN

Na začiatku sme zisťovali, aké majú naši žiaci predchádzajúce skúsenosti s počítačom. Výsledky boli skromné – buď doposiaľ žiadne alebo len občasné na notebooku staršieho súrodenca s hraním hier alebo pozeraním videí. Naša prvá hodina v počítačovej učebni teda bola pre nich skutočným zážitkom. Aj preto sme považovali za vhodné, aby sa za počítače posadili po jednom. Nepracovali sme teda pri PC v dvojiciach, ale akákoľvek forma spolupráce a komunikácie bola celý čas možná a vítaná. A skutočne aj jej intenzita a význam pre prácu počas týchto štyroch hodín neustále rástol.

Spolupráca sa uplatnila už pri spúšťaní prehliadača a zadávaní adresy aplikácie s Emilom. Keďže žiaci nemali žiadne skúsenosti s myšou, iba postupne sa im podarilo vstúpiť do prvého sveta (Lise ľahko, Nina odpozorovaním od Lisy, chlapcom až po rade od dievčat). Na povrázku písmen si otvorili skupinu **A** a okamžite sa nadchli animovanou postavou Emila. Toto nadšenie im vydržalo celý čas a zohrávalo dôležitú úlohu v ich motivácii riešiť úlohy. Ďalším veľkým objavovaním bolo, ako riadiť Emila, aby sa pohyboval po ploche. Skúšali dotyky na obrazovke, potom šípky na klávesnici, napokon sa vrátili k myšiam a postupne postavu rozhýbali. Objavili, že Emilovi musia prikazovať, ako a kam má preletieť. Zbieranie predmetov v úlohe **A1** skoro nevnímali, celú pozornosť venovali skúmaniu Emilových reakcií, výrazov tváre a jeho pohybom. Prvú úlohu úspešne dokončili bez toho, aby si vôbec všimli jej zdanie. Objavili, ako sa presunúť k ďalšej úlohe a aj tú vyriešili bez zadania. Považujeme za dôležité a správne, že sme žiakom dopriali dosť času na tieto prvotné objavy bez našej priamej pomoci. Pri úlohe **A3**: Teraz pozbieraj iba tie zvieratká, ktoré nám dávajú mlieko nastala zmena. Keďže opäť bez ohľadu na zadanie pozbierali všetky prvky na ploche, pýtali sme sa ich, ktoré zvieratká mali pozbierať. Žiaci: *Všetky*. Učiteľ: *Prečo všetky?* Žiaci: *Lebo sa dali*. Učiteľ: *Prečítali ste si zadanie?* Žiaci: *Aké zadanie?*

Toto bol ďalší veľký zlom: Každá úloha si vyžaduje splniť zadanie. Našli ho na obrazovke nad plochou. Nina, ktorá číta najlepšie, prečítala text nahlas všetkým. Objav textových zadaní úloh a potreba ich prečítať – a porozumieť – bol pre žiakov náročný a významný. Otvoril problém slovnej zásoby a porozumenia významu vety. Úvodné úspechy pri úlohách **A1** a **A2** ich však motivovali tak veľmi, že radi prekonávali aj tento problém. Ďalším motivujúcim faktorom bola skutočnosť, že tí, ktorí čítali lepšie a rozumeli zadaniam, radi pomáhali ostatným, najmä Rolovi.

V úlohe **A5** získali skúsenosť, že ak v ploche niektoré políčko chýba, musia ho obísť¹¹. V úlohe **A6** objavili, že niektoré prvky sa nedajú vziať do krabice kvôli iným prvkom – prekážkam, ktoré zbierať nemáme. Rolo však namiesto ovocia zbieral zeleninu. Až po dlhšej diskusii s ním sme zistili, že v rómskom jazyku sa používa pre ovocie a zeleninu ten istý výraz [*romani chib*]. Úlohy **A6** a **A7** priniesli prvé skúsenosti s tým, že niektoré zadania sa dajú splniť len čiastočne alebo vôbec nie.

Na každej zo štyroch hodín sme chceli vyriešiť všetkých 10 úloh daného písmena. V **A** sa to podarilo iba Lise, Nina dokončila úlohu **A9**, Timo úlohu **A7**, Rolo s **A7** neuspel, skončil pri **A6**. Nikoho to ale neodradilo. Chlapci si však vyžiadali extra čas mimo hodín na dokončenie všetkých úloh. Na záver každej hodiny sme spolu diskutovali o všetkých objavoch a nových skúsenostiach.

Aj na ďalších hodinách sme narážali na jazykové problémy. V **B4** napr. Nina nerozumela, čo znamená *rovnaký počet*. Pýtali sme sa teda všetkých, ale nik neodpovedal. Zmenili sme preto slová na *taký istý počet*. Toto je iba jeden z príkladov, ktoré nás upozorňujú na to, ako ľahko si môže učiteľ zameniť situácie *žiak nevie vyriešiť* a *žiak nerozumie detailom zadania*. Inokedy zasa správne riešenie bránili čisto emotívne dôvody: *...lebo by som veľa chodil hore-dole*. Aj pri ďalších úlohách sa

¹¹ Úmyselne volíme tieto slová, lebo presne vyjadrujú jav, ktorý Papert [12] a ďalší autori nazývajú *syntonicity*, teda skutočnosť, že žiak zaujatý riadením postavy (robota na podložke na zemi alebo virtuálnej postavy na obrazovke) sa s postavou stotožní: *Musím ísť tak a tak...* alebo *Musíme (my dvaja) s Emilom urobiť to a to...*

opakovali problémy s nepozorným čítaním zadania, nedočítaním celého zadania a pod. Ďalším dôležitým poučením pre nás bolo, aké dôležité je dopriať žiakovi čas na to, aby odpovedal na našu otázku alebo aby si premyslel a vyjadril dôvod svojho postupu. Napr. v úlohe **B10** Timo nepozbieral po štyri krúžky z každej farby, ale iba dva. Po dlhšom čase nám vysvetlil, že nechcel, pretože sa mu *tol'ko krúžkov nevošlo do krabice* (museli by sa prekryvať).

V skupine **C** sme vhodnými otázkami zamerali pozornosť žiakov na hľadanie rôznych riešení tej istej úlohy. Trpezlivo sme sa museli venovať aj porozumeniu *rôznych pravidiel poradia v zbieraní prvkov* (**C7**: Pozbieraj všetky zvieratká, na polici sa ale musia strieďať). Potešilo nás však, že žiaci boli neustále motivovaní a zintenzívňovala sa aj ich spolupráca, komunikácia a vzájomná podpora. Videli sme, že stále viac a viac analyticky plánujú svoj postup, premýšľajú o riešení a jeho efektívnosti.

V skupinách úloh **C** a **D** sme zaregistrovali aj takýto posun: častejšie sa stávalo, že žiaci doriešili úlohu a na záver sa zamysleli, či je ich riešenie správne. Ak usúdili, že nie je, vrátili sa na začiatok a znova si prečítali zadanie. Považujeme to za rozvoj ich informatického myslenia, systematického riešenia problémov, ale aj metakognitívnych zručností. Žiaci si uvedomovali potrebu starostlivého zvažovania a plánovania krokov. Opakovanie riešenia tých istých úloh (aj keď predtým správne vyriešených) a postupné gradovanie náročnosti pri prechode k ďalším im pomáhalo získavať sebadôveru. Hodiny boli úspešné a žiaci prejavovali záujem o pokračovanie.

4 ZÁVERY Z POZOROVANÍ

Prekonávanie digitálnej zaostalosti a vzájomnej nerovnosti. Jedným z kľúčových zistení v našom výskume bolo, že všetci žiaci v skupine, vrátane tých s minimálnymi skúsenosťami s technológiami, pozitívne prijali prostredie *Emil*. Intuitívne prevedenie programu umožnilo prekonať viaceré bariéry typické pre žiakov z marginalizovaných komúnít. Počiatočné vzájomné rozdiely v digitálnej pripravenosti sa počas štyroch hodín výrazne znížili. Aj žiaci bez predchádzajúcich skúseností dokázali na konci samostatne ovládať prostredie a riešiť úlohy tempom porovnateľným s ostatnými. Systematické a podporujúce vyučovanie dokázalo kompenzovať nedostatok technického vybavenia doma.

Rozvoj informatického myslenia. Žiaci pochopili, aké dôležité je pre dosiahnutie cieľa správne poradie krokov. Postupné gradovanie úloh umožnilo zvládnuť najprv jednoduché príkazy pohybu, až po zrýchlenie bleskom. Spočiatku prevažne riešili úlohy metódou pokus – omyl. Postupne sa však naučili premýšľať dopredu, predstavovali si pohyb robota a až potom zadávali príkazy. Tento posun od okamžitých reakcií k plánovanému postupu poukazuje na rozvoj ich algoritmického myslenia. Pri úlohách si žiaci čoraz viac uvedomovali rôzne štruktúrne vzťahy medzi prvkami na scéne v zložitejších úlohách, napr. striedanie prvkov, striedanie ich vlastností (modrý, červený, modrý...), ich poradie a štruktúru. Učili sa identifikovať a odstraňovať v svojich riešeniach chyby. Keď *Emil* nevykonal očakávaný pohyb, aktívne hľadali príčinu problému, systematicky overovali a skúšali, opravovali a znovu overovali. Takýto postup predstavuje dôležitú súčasť informatického myslenia. Žiaci si tiež rozvinuli priestorovú predstavivosť a schopnosť zohľadniť priestorové obmedzenia pri hľadaní riešení. To, že *Emil* – ak sa dalo – hneď vykonal daný príkaz, poskytlo žiakom okamžitú vizuálnu spätnú väzbu, čo podporovalo ich reguláciu, umožňovalo im okamžite vidieť dôsledky svojich rozhodnutí. Animácie, efekty a farebné zmeny vytvárali pútavé prostredie, ktoré podporovalo radosť z úspechu a sebadôveru.

Rozvoj digitálnych kompetencií a informatického myslenia, ktoré sme pozorovali, prirodzene napĺňa naše primárne ciele. Za rovnako dôležité a prínosné však v našich marginalizovaných podmienkach považujeme aj ďalšie významné pozorovania.

Jazyková bariéra a vizuálna komunikácia. Atraktívne animované prostredie znížilo dopad jazykovej bariéry. Žiaci, ktorí doma používajú rómčinu alebo rómsko-slovenský dialekt, neboli pri riešení úloh výrazne znevýhodnení. Animované zobrazenie pohybu robota a okamžitá vizuálna spätná väzba každého zadaného kroku umožnili pochopiť logiku programovania aj bez rozsiahleho verbálneho vysvetľovania. Počas realizácie vyučovacích hodín sa miestami vyskytli jazykové neporozumenia,

najmä z dôvodu obmedzenej slovnej zásoby. Tieto situácie sa však podarilo úspešne vyriešiť a žiaci postupne zvládli všetky úlohy prvého sveta. Úspechom pre nás bolo, že aj prostredníctvom zadaní a aktivít si postupne rozširovali svoju slovnú zásobu v slovenskom jazyku.

Motivácia a angažovanosť. U všetkých žiakov sme pozorovali vysokú mieru motivácie. Hravý dizajn, farebné prostredie a animovaná postava deti prirodzene priťahoval. Lisa a Nina prejavovali zvedavosť a iniciatívu, Timo sa zapájal aktívne a s väčším odhodlaním po tretej vyučovacej hodine a Rolo prejavil snahu napriek počiatočným ťažkostiam a značnej frustrácii zo svojich prvotných neúspechov, ktoré sa postupne začali premieňať na malé úspechy. Všetci žiaci boli motivovaní správne čítať a porozumieť zadaniam. Keď im porozumeli na základe vlastného čítania, prejavovali radosť z úspechu a často si zadanía čítali opakovane pre vlastné uistenie.

Rozvoj spolupráce. Počas hodín sa prirodzene rozvíjalo kooperatívne učenie sa a vzájomná podpora medzi žiakmi. Spontánna spolupráca sa prejavila vo viacerých oblastiach a predstavuje významný sekundárny prínos práce s *Emilom*, najmä v kontexte marginalizovanej komunity. Žiaci, ktorí rýchlejšie pochopili úlohy, radili spolužiakom. Lisa sa stala neformálnou učiteľkou pre spolužiakov, predovšetkým pre Ninu, ktorú postupne motivovala a usmerňovala pri riešení úloh. Aj vďaka tejto spolužiackej podpore Nina nadobúdala väčšiu istotu a sebadôveru pri riešení úloh.

Interakcie medzi žiakmi s rôznou digitálnou gramotnosťou boli obzvlášť cenné. Timo, hoci mal sám v úvode problémy, sa stal neformálnym pomocníkom pre Rola a trpezlivo mu ukazoval ovládanie myšou a navigáciu robota. Rovesnícke učenie sa ukázalo byť skutočne efektívne – Rolo lepšie reagoval na rady spolužiaka. Učiteľka a pedagogická asistentka sa postupne stali tichými pozorovateľmi a sledovali skupinu, ako si s úlohami sami alebo vzájomne poradia. Rolova frustrácia mizla a mal viac príležitostí tešiť sa z vlastných úspechov.

Budovanie sociálnych väzieb a empatie. Emil vytvoril prostredie pre posilňovanie sociálnych väzieb. Žiaci oslavovali úspechy spolužiakov, spoločne reagovali na vtipné situácie a podporovali sa pri neúspechoch. Postupne získavali odvahu skúšať nové riešenia, keď videli, že aj ich spolužiaci robia chyby – bezpečné prostredie sa ukázalo ako kľúčové pre žiakov z marginalizovaných komunit.

Komunikácia a argumentácia. Žiaci sa učili verbalizovať svoje postupy a vysvetľovať riešenia. Pri diskusiách používali jednoduché inštrukcie (*s Emilom musíš ísť tam..., najprv sa musíš otočiť*) a postupne si precizovali jazyk. Táto komunikácia podporovala infromatické myslenie aj jazykové kompetencie.

Na záver tejto časti chceme zdôrazniť ešte dva javy, kľúčové pre naše inkluzívne vzdelávanie:

- *Rovnosť príležitostí.* Digitálna negramotnosť, jazyková bariéra ani nedostatok skúseností neboli prekážkou. Každé dieťa mohlo napredovať vlastným tempom, čo je obzvlášť dôležité v marginalizovaných komunitách.
- *Pocit spolupatričnosti a hodnotové vzory.* V triede sa vytvorila atmosféra, kde bolo normálne učiť sa robiť chyby a pýtať sa. Žiaci videli, že nie sú sami, čo posilnilo pocit ich spolupatričnosti a znížilo strach z neúspechu.

Na úrovni jednotlivcov hodnotíme, že najúspešnejšou riešiteľkou bola Lisa – už po dvoch hodinách hravo pochopila princíp postupu aj čítanie textových zadaní. Ako prvá úspešne dokončila 40 úloh prvého sveta a stala sa pomocníčkou pre spolužiakov, ktorých navádzala na správne riešenia. Mimo plánovaných štyroch hodín, ktoré boli vyhradené pre prácu v programovacom prostredí Emila, Lisa prejavila záujem dobrovoľne pokračovať aj na ďalších 40 gradovaných úlohách. Nina sa rozbiehala postupne, jej napredovanie bolo pomalšie. Postupne sa však naučila riešiť úlohy samostatne a získala väčšiu sebadôveru. Timo začal lepšie rozumieť princípom riešenia úloh s Emilom až po tretej hodine. Na štvrtej hodine sa stretol so zložitejšími úlohami, no nevzdal sa a aktívne hľadal riešenia. Očividne sa snažil zlepšiť si čítanie, začal viac čítať aj zo šlabikára (teda mimo informatiky). To považujeme za veľký úspech. Rolo bol z našej skupiny najmenej úspešný, avšak kolektív ho podporoval a pomohol mu, aby aj on uspel. Aj keď nestihol dokončiť prvý svet ako jeho spolužiaci, prejavil odhodlanie dokončiť úlohy neskôr. Jeho nižšia úroveň slovenčiny a nedostatok skúseností s čítaním neznižovali

jeho snahu, čo bolo pozitívne a motivujúce aj pre neho aj pre vyučujúceho. Učiteľka aj asistentka ocenili najmä jeho vytrvalosť, ktorá na iných predmetoch u Rola absentuje.

5 DISKUSIA

Projekt nám priniesol viacero zaujímavých postrehov, a to aj z pohľadu našich výskumov, aj v kontexte zodpovedajúcej pedagogiky. Stručne tu spomenieme len dva. Prvý prehľbuje náš pohľad na rozvoj štruktúrného myslenia v školskej informatike najmladších žiakov. Počas spomínaných štyroch vyučovacích hodín a pri ich analýze sme zaregistrovali, ako sa u žiakov postupne rozvíjalo ich vnímanie scény s Emilom a predmetmi, ktoré majú pozbierať, ako celku. Najprv začínali len s úzkym pohľadom na políčko, kde sa Emil práve nachádza, a na najbližší prvok v tom istom riadku alebo stĺpci, kam ho chceli priviesť. Postupne sa však učili vnímať celkový stav scény, rozloženie prvkov a ich štruktúru, začali plánovať niekoľko krokov cesty dopredu, naučili sa klikat' na vzdialené políčko, kam môže Emil priletieť a cestou pozbierať aj viacero predmetov. Začali si uvedomovať poradie, v akom majú prvky zbierať a aký vzor tým vzniká na výslednej polici. Naučili sa vnímať obmedzenia a podmienky, ktoré vyplývajú zo zadania úlohy. Niekedy ich až „predbiehali“ a pýtali sa, či platia aj ďalšie obmedzenia. Napr. v úlohe **B5**: Pozbieraj rovnaký počet kruhov a trojuholníkov sa Lisa pýtala, či má zbierať trojuholníky takých istých farieb, aké si vybrala pri kruhoch. To nás len uistuje v tom, že v školskej informatike je dôležité venovať pozornosť tomu, aby sa žiaci učili vnímať celkový stav problému a riešenia.

Druhou témou je koncept spätnej väzby. Autori *Informatiky s Emilom* opakovane zdôrazňujú, že vytvorené prostredia neposkytujú žiakom spätnú väzbu (v zmysle, že nikdy nesignalizujú, či žiaci úlohu vyriešili správne alebo nie). V tomto výskumnom projekte sme si však uvedomili, že spojenie „spätná väzba“ znamená pre žiakov a učiteľov aj všeličo iné. Napr. to, či Emil môže vykonať ich príkaz alebo či sa začervena a nevykoná ho, pretože sa to nedá. Rovnako vnímajú aj animácie, ktoré robí pri pohybe, ako odlietajú pozbierané prvky do krabice či na policu a pod. To nám naznačuje, že koncept spätnej väzby je komplexnejší a to, ako sa implementuje alebo prejavuje v rôznych programovacích prostrediach, treba ďalej systematicky preskúmať.

Uvedomujeme si, že náš výskum si žiada pokračovať viacerými smermi. Jedným z nich je ďalšie rozvíjanie informatického vzdelávania na našej škole na podobných pedagogických princípoch aké sme overili v tomto projekte. Rovnako dôležité však je aj to, aby sme naše skúsenosti sformulovali ako odporúčania pre vyučovanie informatiky aj pre ďalšie školy so žiakmi z marginalizovaných komún.

Na záver konštatujeme, že vizuálne programovacie prostredie *Emil pre najmladších žiakov* považujeme za vhodný nástroj pre rozvoj informatického myslenia u žiakov z marginalizovaných komún. Postupné gradovanie úloh umožňuje napredovať všetkým žiakom primeraným tempom. Práca s Emilom prirodzene podporuje kooperatívne učenie sa a rozvoj sociálnych zručností. Informatické vzdelávanie rozvíja digitálne kompetencie, čitateľskú gramotnosť, kritické myslenie, vytrvalosť a sebadôveru. Prostredie *Emil* efektívne znižuje digitálnu nerovnosť a kompenzuje nedostatok technického vybavenia doma.

6 POĎAKOVANIE

V prvom rade sa chceme poďakovať vedeniu našej školy a žiakom 2. ročníka, s ktorými sme výskum realizovali. Ďakujeme aj spoluautorom metódy a vzdelávacieho obsahu *Informatika s Emilom* A. Blahovi a M. Moravčíkovi. Tento výskumný projekt sme realizovali vďaka zapojeniu do projektu VEGA 1/0407/25 STRIPS: *Štruktúrné myslenie a jeho rozvoj v školskej informatike na ZŠ*. Je skrátenou verziou záverečnej práce štúdia RŠi pre ZŠ [11] na FMFI UK v Bratislave.

7 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] GAŽOVIČOVÁ, T. Romani pupils in Slovakia. Trapped between Romani and Slovak languages. *ZEP: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik* 38 (2015) 1, pp. 18-23.
- [2] DOLEAN, T., TINCAS, I., DAMSA, C.I. What factors influence the development of reading fluency of Roma children? The effects of whole-class repeated readings and school absenteeism. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai*, 2016, 61(2), pp. 5–13.
- [3] MINEDU. *Štátny vzdelávací program pre základné vzdelávanie* [online] 2023. Dostupné z www.minedu.sk/statny-vzdelavaci-program-pre-zakladne-vzdelavanie/, [cit. 2026-01-23].
- [4] BLAHO, A. Nová metóda pre novú informatiku – projekt Informatika s Emilom. In: *Studia Scientifica Facultatis Paedagogicae* [online]. Ružomberok: Katolícka univerzita v Ružomberku, 2023, roč. 22, č. 1, pp. 7–17.
- [5] POP, E. Problémy s porozumením čítanému textu u rómskych žiakov na základných školách. *Časopis multikultúrnej výchovy*, 2022, roč. 16 (3), pp. 241–256.
- [6] KALAŠ, I. Informatika má deti učiť skúmať, nielen ovládať počítač – hovorí profesor Kalaš. In: *Čierna Labuť* [online]. 14. mája 2019. Dostupné z ciernalabut.dennikn.sk/6682/informatika-ma-det-ucit-skumat-nielen-ovladat-pocitac-hovori-profesor-kalas/, [cit. 2026-01-23].
- [7] PAPER, S. *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books, Inc., 1993.
- [8] BEZÁKOVÁ, D., HRUŠECKÁ, A., & HRUŠECKÝ, R. Computing in Pre-primary Education. In *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, Cham, 2020, pp. 197–208.
- [9] KALAS, I., BLAHO, A., & MORAVCIK, M. (2018, October). Exploring control in early computing education. In *International conference on informatics in schools: Situation, evolution, and perspectives* (pp. 3-16). Springer Cham, 2018, pp. 3–16.
- [10] BLAHO, A., KALAŠ, I., MORAVČÍK, M. Programovací jazyk v prostredí Emil pre 4. ročník. In: *DIDINFO 2021* [online]. Banská Bystrica: UMB, 2021, pp. 39–49. Dostupné z www.didinfo.net/images/DidInfo/files/DIDINFO_2021_zbornik.pdf, [cit. 2026-01-25].
- [11] VNENČÁKOVÁ, G. *Emil pre marginalizovaných žiakov 1. cyklu*. Záverečná práca rozširujúceho štúdia informatiky pre základné školy. FMFI UK v Bratislave, 2026.
- [12] PAPER, S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, New York, 1980.

Model STEM vzdelávania pre gymnáziá

STEM education model for upper secondary schools

Ján Guniš, Ľubomír Šnajder, Zuzana Ješková, Anna Mišianiková
P. J. Šafárik University in Košice, Faculty of Science, Šrobárova 2, 04154 Košice, Slovakia
jan.gunis@upjs.sk, lubomir.snajder@upjs.sk, zuzana.jeskova@upjs.sk,
anna.misanikova@upjs.sk

EXTENDED ABSTRACT

This paper presents a model of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education designed for upper secondary schools, developed within the framework of the experimental verification of a new study program focused on computer science in the DiTEdu (Digital transformation of education) project. The proposed model responds to the growing demand for qualified STEM professionals and to the insufficient level of meaningful STEM integration within the Slovak education system. It aims to support the development of students' problem-solving skills, interdisciplinary thinking, and ability to apply knowledge in real-world contexts.

The model conceptualizes STEM education as a dedicated subject implemented in the 3rd year of the study program (students aged 17-19) with a total allocation of 66 teaching hours. Instruction is organized through collaborative teaching involving educators from multiple disciplines, including biology, physics, chemistry, geography, mathematics, and computer science. This collaborative approach ensures that students encounter authentic interdisciplinary connections and experience STEM as an integrated field rather than as isolated subjects.

The curriculum is structured into two main components. The first part consists of a set of nine interdisciplinary instructional units focused on solving complex real-world problems. These units are designed to require the integration of knowledge and skills from multiple disciplines and emphasize inquiry-based learning, critical thinking, and teamwork. The second part is based on transdisciplinary project work, where students independently or in teams formulate and solve problems that often extend beyond the school environment. The most successful projects are presented at a student STEM conference, thereby fostering communication skills and authentic learning experiences.

An essential feature of the model is the systematic professional development of teachers. Educators participate in workshops where they experience the instructional approach from the perspective of students, followed by reflective discussions on methodological aspects. This is complemented by a series of webinars and ongoing consultations during implementation. Such a model of teacher preparation is intended to ensure consistency, deepen understanding of interdisciplinary teaching, and support effective classroom practice.

The pilot implementation of the model is planned for the 2026/2027 school year in ten upper secondary schools across Slovakia. The evaluation of the pilot phase will focus on student learning outcomes, teacher feedback, and identification of key factors influencing successful implementation. The findings will inform further refinement of teaching materials and methodologies, as well as potential scaling of the model to other types of schools.

The proposed model contributes to the ongoing discussion on effective STEM integration by offering a structured yet flexible approach that combines interdisciplinary instruction, project-based learning, and teacher professional development. It also reflects current educational trends emphasizing competency-based education, collaboration, and the meaningful use of digital technologies, including artificial intelligence, in teaching and learning.

Keywords

STEM education, educational model, upper secondary school, teacher education, STEM subject

ABSTRAKT

V príspevku predstavujeme model STEM (prírodné vedy, technológie, inžinierstvo a matematika) vzdelávania pre gymnáziá, ktorý vznikol v rámci experimentálneho overovania nového študijného odboru zameraného na informatiku v projekte DiTEdu. Model reaguje na potrebu prípravy kvalifikovaných odborníkov a nedostatočnú integráciu STEM vzdelávania v slovenskom školstve.

Navrhovaný model implementuje STEM ako samostatný predmet v 3. ročníku s dotáciou 66 hodín, na výučbe ktorého tímovo spolupracujú učitelia viacerých prírodovedných predmetov, informatiky a matematiky. Výučba je rozdelená na dve časti. Prvá pozostáva z výberu z deviatich vyučovacích jednotiek na interdisciplinárnej úrovni, ktoré sú zamerané na riešenie komplexných reálnych problémov. Druhá časť prebieha na transdisciplinárnej úrovni formou samostatných žiackych projektov, z ktorých najlepšie budú prezentované na žiackej STEM konferencii.

Neoddeliteľnou súčasťou modelu je systematické vzdelávanie učiteľov prostredníctvom workshopov, kde si metodiku osvojujú v roli žiakov, a následných webinárov. Pilotné overovanie modelu sa uskutoční v školskom roku 2026/2027 na desiatich gymnáziách. Získaná spätná väzba posluží na úpravu metodických materiálov a prípadné rozšírenie modelu na ďalšie typy škôl.

Kľúčové slová

STEM vzdelávanie, model vzdelávania, gymnázium, vzdelávanie učiteľov, predmet STEM

1 ÚVOD

STEM vzdelávanie (Science, Technology, Engineering, Mathematics) je jednou z moderných vzdelávacích stratégií, ktorá integruje prírodné vedy, technológie, inžinierstvo a matematiku [1, 2].

V súčasnosti neexistuje ustálená definícia STEM vzdelávania, na ktorej by sa zhodli profesijné a vzdelávacie organizácie [3]. Napriek tomu existuje zhoda na niektorých aspektoch STEM vzdelávania: integrácia medzi prírodovednými a inžinierskymi disciplínami, STEM projekty by mali vychádzať z reálnych problémov, riešenie problému zahŕňa aspoň dva predmety, dôraz na bádateľské spôsobilosti, nadobúdanie nových vedomostí použiteľných pri riešení problémov, tímová práca [4].

Rastúci záujem o STEM vzdelávanie je reakciou na zmeny v spoločnosti a na trhu práce, ktoré realizujú štáty a ich vzdelávacie systémy, aby sa prispôsobili novým výzvam. Vzhľadom na vplyv a význam oblastí STEM na hospodársky a sociálny rozvoj krajín, viacero štúdií poukazuje na potrebu prípravy kvalifikovaných odborníkov na nové pracovné miesta v oblasti STEM [5]. Tieto potreby sa postupne premietajú do stratégií [6], návrhov STEM kurikúl [7] a vzdelávacích kurzov pre učiteľov [8].

V nasledujúcej časti príspevku predstavíme návrh modelu STEM vzdelávania pre gymnáziá, ktorý je súčasťou experimentálneho overovania nového študijného odboru Gymnázium so zameraním na informatiku [9]. Experimentálne overovanie prebieha na desiatich slovenských gymnáziách v rámci projektu DiTEdu [10].

2 MODEL STEM VZDELÁVANIA PRE GYMNÁZIÁ

2.1 Východiská pre návrh modelu

Úspešnú implementáciu STEM vzdelávania považujeme za komplexný problém, ktorý sa týka nielen žiakov, ale aj učiteľov a organizácie vzdelávania na škole.

Pri implementácii STEM vzdelávania, vo všeobecnosti vychádzame z nasledujúcich štyroch odstupňovaných úrovní integrácie (uvádzame anglické pomenovania): *disciplinary*, *multidisciplinary*, *interdisciplinary* a *transdisciplinary* [11]. Tieto úrovne integrácie (ďalej len úrovne) sme pre naše potreby adaptovali a spresnili nasledovne:

Úroveň *disciplinary*:

- koncepty a zručnosti sa žiaci učia v samostatných vyučovaných predmetoch,

- obsah vzdelávania má presah aj do iného predmetu,
- napr. žiaci v rámci programovania na predmete informatika programujú hudbu alebo abstraktné obrazy,

Úroveň *multidisciplinary*:

- koncepty a zručnosti sa žiaci učia v rámci spoločnej témy, ale v samostatných vyučovaných predmetoch,
- napr. na problematiku fungovania lesa sa žiaci môžu pozrieť z pohľadu geografie, biológie, chémie, ale aj z pohľadu miestnej komunity,

Úroveň *interdisciplinary*:

- žiaci riešia reálny problém, ktorý môže byť formulovaný ako vedecká otázka,
- riešenie problému vyžaduje využitie poznatkov z viacerých predmetov,
- pre jednotlivé časti riešenia problému sú striedavo potrebné poznatky z rôznych predmetov,
- jednotlivé časti riešenia na seba nadväzujú a výsledky z jednej časti (predmetu) sú vstupom pre nasledujúce časti,
- spoločná a plánovaná aktivita viacerých učiteľov,
- učitelia hodnotia žiaka/tím spoločne,

Úroveň *transdisciplinary*:

- predmety ustupujú do pozadia, v popredí je reálny problém (vedecká otázka), ktorý identifikujú žiaci,
- do riešenia sa zapájajú nielen predmety, ale aj reálny svet mimo školy (komunita, rodičia, firmy, odborníci ...)
- učitelia spolupracujú so žiakmi v úlohe konzultantov, mentorov.

Prvé dve úrovne integrácie STEM vzdelávania sa na školách realizujú už dlhodobo a bez väčších problémov. Preto sme sa zamerali najmä na posledné dve úrovne.

Realizácia STEM vzdelávania na týchto úrovniach nevyžaduje nutne samostatný vyučovací predmet. Avšak, ak STEM vyučovanie realizujú len jednotliví učitelia v rámci svojich predmetov, prepojenie jednotlivých oblastí STEM je nedostatočné. Samostatný časový blok alebo predmet venovaný integrácii STEM umožňuje, aby sa prepojenia medzi disciplínami stali primárnym zámerom vzdelávania, namiesto toho, aby boli len sekundárnym doplnkom k vyučovaniu jednotlivých predmetov [12]. Samostatné predmety nemajú vo svojich osnovách dostatok priestoru pre komplexný inžiniersky prístup a žiaci len zriedka dostanú príležitosť prejsť celým cyklom navrhovania, testovania a redizajnu, ktorý je jadrom skutočného STEM vzdelávania [11]. Podobnú skúsenosť máme s realizáciou vyučovania prierezových tém na Slovensku. Tie by mali byť začlenené do vyučovania ostatných predmetov ako vhodný nástroj na hľadanie súvislostí a prepájanie vedomostí. Často sa tak nedeje, pretože tieto témy sú do školských vzdelávacích programov začlenené len formálne [13]. Kurikulárna reforma vzdelávania na základných školách, ktorá aktuálne prebieha na Slovensku, definuje prechod od predmetovej výučby k vzdelávacím oblastiam. Tento prístup združuje predmety do oblastí, ktoré cielene prepájajú učivo z jednotlivých predmetov a umožňujú lepšie rozvíjať kľúčové gramotnosti [14]. Dôležitým faktorom pre úspešnú implementáciu STEM vzdelávania je vzdelávanie učiteľov [15, 16].

2.2 Implementácia STEM vzdelávania

Na základe vedeckých štúdií, výsledkov výskumov a praktických skúseností uvedených v predchádzajúcej kapitole implementujeme STEM vzdelávanie na gymnáziách nasledovne:

- STEM vzdelávanie žiakov implementujeme ako samostatný predmet STEM s dotáciou 66 vyučovacích hodín.
- Pre učiteľov vyvíjame učebné a metodické materiály.

- Pre učiteľov je pripravený vzdelávací program, ktorý bude realizovaný prostredníctvom prezenčných stretnutí, online stretnutí a konzultácií.
- Overovanie úspešnosti implementácie STEM vzdelávania na gymnáziách realizujeme v rámci overovania nového študijného odboru [10]. Pilotné overenie prebehne v školskom roku 2026/2027.

2.2.1 Predmet STEM

Predmet STEM sme implementovali ako samostatný predmet, na vyučovaní ktorého sa podieľajú učitelia predmetov biológie, fyziky, geografie, chémie, matematiky a informatiky. Organizáciu vzdelávania na gymnáziách sme postupne, komunikáciou s učiteľmi a riaditeľmi škôl vyriešili a každé gymnázium našlo spôsob, ako zabezpečiť rôznych vyučujúcich pre predmet STEM. Zapojené gymnáziá zaradili tento predmet do 3. ročníka.

Samotná výučba predmetu sa realizuje v dvoch častiach.

- Pre prvú časť je pripravený súbor deviatich vyučovacích jednotiek v celkovom rozsahu 74 vyučovacích hodín. Vyučovacia jednotka je dizajnovaná na niekoľko vyučovacích hodín (4-12). Podľa podmienok gymnázií si gymnázium z tejto ponuky vyberie vyučovacie jednotky v rozsahu cca. 45 vyučovacích hodín. Vyučovacie jednotky sú pripravené na úrovni *interdisciplinary*.
- Druhá časť, v rozsahu cca. 15 vyučovacích hodín sa realizuje ako samostatné skupinové aktivity žiakov. Táto časť by sa mala realizovať na úrovni *transdisciplinary*.

Po ukončení výučby predmetu STEM, gymnáziá vyberú najlepšie žiacke projekty z druhej časti. Tieto projekty budú prezentované na spoločnej žiackej STEM konferencii.

2.2.2 Konceptia STEM vyučovacej jednotky

Každá vyučovacia jednotka predstavuje žiakom konkrétny reálny problém alebo vedeckú otázku. Problémy sú komplexné a ich riešenie vyžaduje vedomosti a zručnosti z viacerých oblastí (školských predmetov). Tento presah je tak výrazný, že nie je možné problém riešiť len v rámci jedného vyučovacieho predmetu. Preto sa na vyučovaní podieľajú učitelia viacerých relevantných predmetov. Dôraz kladieme na vedecký prístup k riešeniu problémov, rozvoj bádateľských spôsobilostí, konceptuálne porozumenie, kritické myslenie a tímovú prácu žiakov. Samotný problém uvedie „predmet“, kde problém svojim opisom zapadá najviac. Počas riešenia problému sa žiaci prirodzene „presúvajú“ medzi predmetmi podľa toho, aké poznatky alebo zručnosti si riešenie vyžaduje. V každej časti má dominantné postavenie vždy učiteľ iného predmetu. Vyučovaciu jednotku uzavrie učiteľ predmetu, ktorý problém uviedol tak, aby bolo jasné, ako sa problém vyriešil, resp. aká je odpoveď na vedeckú otázku.

Počas riešenia problému si žiaci zapisujú svoje čiastkové zistenia a medzivýsledky, ktoré môžu zhrnúť v záverečnej správe. Záverečná správa a čiastkové výsledky slúžia ako podklady pre učiteľa pri hodnotení. Súčasťou návrhu vyučovacej jednotky sú námety na rozšírenie, ktoré môžu žiaci realizovať v druhej časti vyučovania predmetu STEM.

Vyučovacie jednotky sú zostavené tak, že umožňujú využívať viaceré vzdelávacie metódy a prostriedky vrátane digitálnych technológií a nástrojov umelej inteligencie.

Samotné vyučovanie nie je primárne zamerané na získavanie nových predmetových poznatkov, ale skôr na synergické prepojenie už získaných poznatkov z jednotlivých predmetov.

2.2.3 Ukážka STEM vyučovacej jednotky

Pre lepšiu ilustráciu bližšie predstavíme vyučovaciu jednotku „Prečo je nutné pred hĺbkovým potápaním absolvovať kurz?“

Samotná otázka je formulovaná tak, že na prvý pohľad nie je jasné, na čo konkrétne sa vzťahuje a aký výsledok očakávame. Samotná realizácia výučby tejto 12-hodinovej vyučovacej jednotky prebieha podľa nasledovného scenára:

biológia (1h)

- žiaci zisťujú možnosti spoznávania podmorského sveta a identifikujú 3 rôzne prístupy – použitie dýchacej trubice na potápanie, nádychové potápanie a potápanie s dýchacím prístrojom,
- identifikuje biologické limity ľudského tela a riziká potápania,
- žiaci formulujú otázky, na ktoré musí potápač poznať odpoveď pred ponorom,

fyzika (3h)

- žiaci identifikujú kľúčové fyzikálne deje, pojmy a zákony, ktoré súvisia s hĺbkovým potápaním,
- experimentálne zisťujú, ako sa mení tlak okolia s hĺbkou,
- popisujú zmeny objemu pľúc pri nádychovom potápaní,
- identifikujú limity potápania s dýchacou trubicou a popisujú princíp fungovania dýchacieho prístroja,
- učiteľ objasňuje zákon parciálnych tlakov a zákon rozpúšťania plynov v kvapaline,
- výsledkom je rovnica, ktorá popisuje rýchlosť zmeny parciálneho tlaku plynu (dusík) v tkanive,

informatika (3h)

- žiaci navrhujú a programujú počítačový model ponoru potápača s dýchacím prístrojom, v ktorom simulujú tlak okolia a parciálny tlak dusíka vo vybranom tkanive, výsledky simulácie vizualizujú,
- ponor začína vždy na hladine a počas ponoru uvažujú tri druhy pohybov potápača: rovnomerné klesanie, pohyb v konštantnej hĺbke, rovnomerné stúpanie,

biológia (1h)

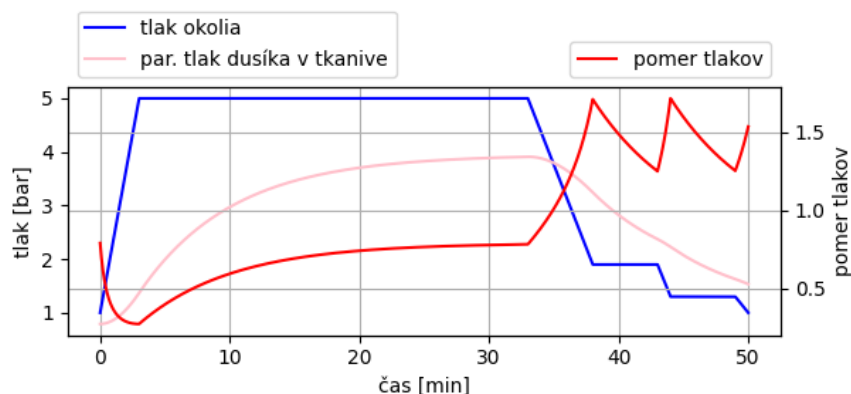
- žiaci pracujú s 3D modelom anatómie ľudského tela,
- popisujú výmenu dýchacích plynov pri vonkajšom a vnútornom dýchaní,
- navrhnu skupiny tkanív, ktoré sa správajú podobne pri nasycovaní/vysycovaní dusíka,

fyzika (1h)

- žiaci pracujú s vlastným počítačovým modelom vytvoreným v informatickej časti,
- na základe simulácií s rôznymi parametrami zisťujú, ako sa mení parciálny tlak dusíka vo vybranom tkanive,
- učiteľ predstaví Haldanov princíp o pomere parciálneho tlaku dusíka v tkanive a tlaku okolia, aby sa potápač vyhol dekompresnej chorobe,

informatika (1h)

- žiaci upravia svoj počítačový model, k stavovým premenným pridajú pomer parciálneho tlaku dusíka v tkanive a tlaku okolia (Obrázok 1),
- experimentujú s rôznymi scenármi ponorov a navrhnu potápačskú dekompresnú tabuľku pre bezpečný ponor potápača,
- diskutujú o limitoch navrhnutého počítačového modelu,



Obrázok 1: Hodnoty sledovaných parametrov počas bezpečného ponoru, v ktorom potápač klesá do hĺbky 40 m za 3 min, v hĺbke 40 m zotrva 30 min a pri vynáraní urobí 5 min bezpečnostné zastávky v hĺbkach 9 m a 3 m.

fyzika (1h)

- žiaci pracujú s vlastným počítačovým modelom a simulujú ako sa počas ponoru správajú rôzne tkanivá,
- posudzujú pravidlá bezpečného ponoru pre všetky tkanivá,
- svoje zistenia porovnávajú s reálnou potápačskou tabuľkou pre rekreačného potápača,
- do vytvoreného modelu implementujú dáta reálneho rekreačného potápača a posudzujú bezpečnosť rekreačného ponoru.

biológia (1h)

- žiaci sa vrátia k otázkam, ktoré formulovali na začiatku,
- sumarizujú poznatky, riziká a obmedzenia potápania s dýchacím prístrojom v kontexte osvojených poznatkov.

V záverečnej časti vyučovacej jednotky uvádzame námety na rozšírenie tejto aktivity, ktoré môžu žiaci realizovať v rámci záverečného tímového projektu v zmysle zohľadnenia ďalších aspektov (objem tlakovej fľaše, sledovanie viacerých tkanív súčasne, potápanie do väčších hĺbok, použitie špeciálnych dýchacích zmesí, komplexnejšie modely bezpečného výstupu).

Na sumatívne aj formatívne vyhodnotenie výsledkov učenia sa žiakov môžu učitelia využiť pripravenú analytickú rubriku, v ktorej sú definované úrovne výkonu žiakov. Žiaci svoje výstupy zhrnú v záverečnej správe, ktorá je tiež súčasťou hodnotenia.

V tejto vyučovacej jednotke žiaci riešia problém, s ktorým sa môžu reálne stretnúť (napr. na dovolenke). Nájdenie odpovede na otázku vyžaduje poznatky z viacerých predmetov, ktoré je potrebné vzájomne prepájať. Jednotlivé časti riešenia na seba nadväzujú a využívajú poznatky z predchádzajúcich častí. Pre realizáciu je potrebná úzka spolupráca a koordinácia zainteresovaných učiteľov rôznych predmetov. Výsledok žiackeho skúmania sa hodnotí komplexne a spoločne sa na ňom podieľajú všetci zainteresovaní učitelia. Túto vyučovaciu jednotku preto zaradujeme na úroveň *interdisciplinary*. Stále tu vidíme vymedzenie jednotlivých učiteľov, ich vyučovacích predmetov a ich vedúcej pozície. Riešenie sa realizuje len v prostredí školy bez zapojenie širšej komunity. Preto túto vyučovaciu jednotku nezaraďujeme na úroveň *transdisciplinary*.

2.2.4 Vzdelávanie učiteľov predmetu STEM

Oboznamovanie a vzdelávanie učiteľov pri zavádzaní predmetu STEM do vyučovania realizujeme na viacerých úrovniach.

- V prvotnej fáze prebiehala komunikácia s riaditeľmi vybraných škôl, kde sme stručne predstavili náš koncept predmetu STEM a spoločne sme hľadali cesty, ako tento predmet a spôsob jeho vyučovania realizovať v podmienkach jednotlivých škôl.

- Priebežne sme komunikovali aj potenciálnymi učiteľmi predmetu STEM a postupne sme ich oboznamovali s konceptom a implementáciou predmetu STEM do vyučovania.
- Aktuálne pripravujeme a realizujeme workshopy pre učiteľov, ktorí budú predmet STEM vyučovať v školskom roku 2026/2027. Učitelia, ako účastníci workshopov, najskôr zažijú realizáciu vyučovacej jednotky v roli žiaka. Následne diskutujeme a vyjasňujeme si metodické aspekty z pohľadu učiteľov. Na týchto workshopoch sa zúčastňujú učitelia rôznych aprobácií z jedného gymnázia ako jeden tím. Je dôležité, aby každý z učiteľov mal prehľad o celej vyučovacej jednotke a nielen o svojej konkrétnej časti.
- Začiatkom školského roka 2026/2027 budeme realizovať sériu webinárov k jednotlivým vyučovacím jednotkám, čím vytvoríme s odstupom času ďalší priestor pre konzultáciu a vzájomnú diskusiu k jednotlivým častiam vyučovacej jednotky pred jej implementáciou.
- Počas overovania výučby predmetu STEM sme pripravení priebežne konzultovať aktuálne problémy, na ktoré učitelia narazili počas vyučovania.

3 ZÁVER

V príspevku sme predstavili návrh modelu STEM vzdelávania pre gymnáziá, ktorý je súčasťou experimentálneho overovania nového študijného odboru Gymnázium so zameraním na informatiku. Týmto chceme prispieť k systematickému a dlhodobu udržateľnému začleneniu STEM do vyučovania na stredných školách. STEM vzdelávanie sme implementovali ako samostatný predmet s vlastnou časovou dotáciou a s tímovým zapojením učiteľov viacerých aprobačných predmetov. Súčasťou obsahu predmetu STEM je súbor deviatich vyučovacích jednotiek na úrovni *interdisciplinary*. Záver vyučovania sa realizuje ako samostatná aktivita žiakov na úrovni *transdisciplinary*.

Neoddeliteľnou súčasťou modelu je systematické vzdelávanie učiteľov. Navrhli sme kombináciu workshopov, webinárov a priebežných konzultácií. Na workshopoch vystupujú učitelia najskôr v roli žiaka, aby vzdelávanie hlbšie precítili a boli schopní lepšie reflektovať potreby žiakov. Je to cenná spätná väzba aj pre autorov vyučovacích jednotiek, kde získajú prvé reálne skúsenosti z pozície učiteľa STEM predmetu. Pilotné overovanie predmetu sa bude realizovať v šk. roku 2026/2027 na desiatich gymnáziách.

Po realizácii pilotného overenia sa zameriame na analýzu žiackych výstupov, na spätnú väzbu od učiteľov, na identifikáciu faktorov, ktoré podporujú alebo naopak brzdia implementáciu STEM vzdelávania. Získané poznatky budú podkladom na úpravu vyučovacích jednotiek, rozšírenie ponuky metodických materiálov a potenciálne aj na rozšírenie modelu STEM vzdelávania do ďalších typov škôl.

4 POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol vytvorený v rámci národného projektu „Digitálna transformácia vzdelávania a školy“ (DiTedu) a projektu KEGA 010UPJŠ-4/2024 „Využitie umelej inteligencie vo vyučovaní školskej informatiky na stredných školách“.

5 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] HWANG, Gwo, Kam LI a Chiu-Lin LAI. Trends and strategies for conducting effective STEM research and applications: a mobile and ubiquitous learning perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation* [online]. 2020, 14, 161. Dostupné z: doi:10.1504/IJMLO.2020.106166
- [2] WEST VIRGINIA DEPARTMENT OF EDUCATION. *STEAM MINDED: Student and Educator Practices for STEAM Education* [online]. B.m.: West Virginia Department of Education. 2023 [vid. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://wvde.us/wp->

content/uploads/2023/07/28078-STEAM-minded-Guidance-MiddleSecondary-v3EK12072022-UPDATE.pdf

- [3] SRIKOOM, Wachira. What is STEM EDUCATION? [online]. 2018. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/346664196_What_is_STEM_EDUCATION
- [4] PORTILLO-BLANCO, Ane, Hanne DEPRez, Mieke DE COCK, Jenaro GUIASOLA a Kristina ZUZA. A Systematic Literature Review of Integrated STEM Education: Uncovering Consensus and Diversity in Principles and Characteristics. *Education Sciences* [online]. 2024, 14(9). ISSN 2227-7102. Dostupné z: doi:10.3390/educsci14091028
- [5] MILLAR, Victoria. Trends, Issues and Possibilities for an Interdisciplinary STEM Curriculum. *Science & Education* [online]. 2020, 29(4), 929–948. ISSN 1573-1901. Dostupné z: doi:10.1007/s11191-020-00144-4
- [6] EUROPEAN COMMISSION. *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: A STEM Education Strategic Plan: skills for competitiveness and innovation* [online]. Brussels: European Commission. 5. březen 2025. Dostupné z: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/2025-03/STEM_Education_Strategic_Plan_COM_2025_89_1_EN_0.pdf
- [7] TYTLER, Russell a Jennifer SELF. *Designing a contemporary STEM Curriculum* [online]. Switzerland: UNESCO International Bureau of Education. 2020. Dostupné z: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374146>
- [8] EUROPEAN SCHOOLNET ACADEMY. My courses | European Schoolnet Academy. *Course Catalogue* [online]. 2026 [vid. 2026-02-11]. Dostupné z: https://www.europeanschoolnetacademy.eu/courses?search_query=STEM
- [9] NÁRODNÉ CENTRUM PRE DIGITÁLNU TRANSFORMÁCIU VZDELÁVANIA. Gymnázium so zameraním na informatiku – NCDTV. *Gymnázium so zameraním na informatiku* [online]. 2026 [vid. 2026-02-11]. Dostupné z: <https://www.ncdtv.sk/skola/gymnazium-so-zameranim-na-informatiku/#projekt>
- [10] NÁRODNÉ CENTRUM PRE DIGITÁLNU TRANSFORMÁCIU VZDELÁVANIA. Projekt DiTEdu – NCDTV. *Národný projekt Digitálna transformácia vzdelávania a školy (DiTEdu)* [online]. 2026 [vid. 2026-02-11]. Dostupné z: <https://www.ncdtv.sk/projekt-ditedu/>
- [11] ENGLISH, Lyn D. STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education* [online]. 2016, 3(1), 3. ISSN 2196-7822. Dostupné z: doi:10.1186/s40594-016-0036-1
- [12] HONEY, Margaret, Greg PEARSON a Heidi SCHWEINGRUBER, ed. *STEM integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research* [online]. Washington, DC 20001: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS. 2014. Dostupné z: <https://www.middleweb.com/wp-content/uploads/2015/01/STEM-Integration-in-K12-Education.pdf>
- [13] ŠTOFKOVÁ DIANOVSKÁ, Alžbeta. *Správa o stave a úrovni výchovy a vzdelávania v školách a školských zariadeniach v Slovenskej republike v školskom roku 2023/2024* [online]. Bratislava: Štátna školská inšpekcia. 2024. Dostupné z: https://www.ssi.sk/wp-content/uploads/2024/12/sprava_2024_web.pdf

- [14] MINISTERSTVO ŠKOLSTVA, VÝSKUMU, VÝVOJA A MLÁDEŽE SLOVENSKEJ REPUBLIKY. *Štátny vzdelávací program pre základné vzdelávanie* [online]. Bratislava: Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky. 2023. Dostupné z: https://www.minedu.sk/data/files/11808_statny-vzdelavaci-program-pre-zakladne-vzdelavanie-cely.pdf
- [15] YOLCU, Hüseyin a Orhan KARAMUSTAFAOĞLU. Examining Teachers' Views on In-Service STEM Education. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* [online]. 2025, **19**, 569–588. Dostupné z: doi:10.17522/balikesirnef.1729920
- [16] BAGATRISHVILI, Natia, Ana GIGAURI, Nino MODEBADZE a Maka SIDAMONIDZE. Implementing the STEM Approach in Formal Education and the STEM-UPD Project. *Transactions of Telavi State University* [online]. 2026. Dostupné z: doi:10.52340/tuw.2025.38.01.29

Vplyv rubriék na študentov pri práci s robotmi na infromatických hodinách

The Impact of Rubrics on Students' Work with Robots in Computer Science Classes

Jakub Krcho

Univerzita Komenského, FMFI
Mlynská dolina
84248 Bratislava
Slovensko
jakub.krcho@fmph.uniba.sk

Karolína Miková

Univerzita Komenského, FMFI
Mlynská dolina
84248 Bratislava
Slovensko
karolina.mikova@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRACT

Educational robotics in Slovakia is most often taught within computer science classes, yet the assessment of student work in this area is still commonly based on traditional grading. Previous findings from our broader dissertation research showed that grading remains dominant mainly because it corresponds to common school practice and formal requirements. To address this issue, we designed assessment rubrics for student work with educational robots and examined their impact on students. The rubrics focused on three key areas: construction of the robotic model, programming, and teamwork. The study explored how students experienced rubric-based assessment and how the teacher influenced their understanding of this approach. A total of 132 students from various secondary schools participated. In three schools, rubrics were used throughout the school year, while in two schools they were used for one semester. Data were collected through open-ended student questionnaires at the beginning and end of the implementation period and were supplemented by interviews with teachers. The responses were analyzed using qualitative methods supported by descriptive statistics. The findings show that rubrics represented a new form of assessment for most students, with approximately 95% of them reporting no previous experience with this type of assessment. Transparency was the most frequently emphasized benefit, appearing in approximately 86% of student responses. This suggests that rubrics helped students better understand how their performance was judged and what criteria were important. Students also reported that rubrics made expectations more explicit. This theme appeared in 76% of responses and helped them focus their effort on relevant aspects of the task. Another important outcome was the perception of more specific feedback, as approximately 48% of responses indicated that students could better identify both strengths and weaknesses in their work instead of receiving only a final grade. Some students also highlighted improvements in teamwork, with 38% explicitly stating that rubrics helped them distribute tasks more clearly and organize collaboration within the group. At the same time, rubrics could be more difficult for some students to understand in the initial phase, with 32% of responses referring to this initial complexity. Teacher support therefore proved to be essential. The way teachers explained the criteria and worked with rubrics during instruction strongly influenced how students accepted and interpreted them. Overall, the findings suggest that, within the selected sample of Slovak schools, rubrics can serve as an effective assessment tool in educational robotics if they are clearly formulated and systematically integrated into teaching.

Keywords

Assessment in Computer Science, Rubrics, Experiences, Educational Robotics.

ABSTRAKT

Edukačná robotika sa na Slovensku najčastejšie vyučuje v rámci informatiky, pričom hodnotenie práce žiakov je často založené na tradičnom známkovaní. V rámci dizertačného výskumu sme preto navrhli hodnotiace rubriky určené pre prácu žiakov s edukačnými robotmi a skúmali sme ich dopad na žiakov vo vyučovacom procese. Rubriky boli zamerané na konštrukciu robotického modelu, programovanie a tímovú spoluprácu. Testovanie rubriek prebiehalo v školskom roku 2024/2025 na piatich stredných školách v štyroch krajoch Slovenska, pričom sa do neho zapojilo 132 žiakov. Dáta tvorili odpovede žiakov v otvorených dotazníkoch na začiatku a na konci školského roka, doplnené o rozhovory s učiteľmi. Odpovede boli analyzované kvalitatívnym kódovaním a doplnené opisnou štatistikou. Výsledky ukazujú, že pre väčšinu žiakov predstavovali rubriky nový spôsob hodnotenia. Žiaci najčastejšie uvádzali väčšiu transparentnosť hodnotenia, jasnejšie očakávania a konkrétnejšiu spätnú väzbu v porovnaní so známami. Časť žiakov poukazovala aj na lepšiu organizáciu tímovej práce a možnosť hodnotiť nielen výsledok, ale aj proces práce. Zároveň sa ukázalo, že v úvodnej fáze mohli byť rubriky pre niektorých žiakov náročnejšie na orientáciu, pričom významnú úlohu zohrával spôsob ich vysvetľovania zo strany učiteľa. Výsledky naznačujú, že rubriky môžu byť vhodným nástrojom hodnotenia v edukačnej robotike, ak sú zrozumiteľne formulované a systematicky používané vo výučbe.

Kľúčové slová

Hodnotenie na Informatike, Rubriky, Skúsenosti, Edukačná robotika.

1 ÚVOD

Informatika je v porovnaní s matematikou výrazne mladšia veda a to takisto aj ako predmet v školskom prostredí. Technológie, ktoré sa používajú a o ktorých sa učí, sa rýchlo menia, metódy na oboznámenie s novým učivom sú aj pre usporiadanie triedy výrazne iné a taktiež aj formy skúšania či preverovanie vedomosti a hodnotenia sa líšia. Ešte viac špecifickou podmnožinou je edukačná robotika. Tá sa zvyčajne v zahraničí učí na rôznych predmetoch ako STEM [1], či angl. *science* [2], avšak na Slovensku sa najčastejšie vyučuje na hodinách informatiky [3,4,5,6]. Podľa našich doterajších výskumov, ktoré sme realizovali v rámci celého Slovenska [7], sa edukačná robotika veľmi nehodnotí. Z nášho výskumu vyplynulo, že viac ako 75 % oslovených učiteľov na Slovensku používa tradičné známkovanie v škále 1 až 5, keďže takto sa hodnotí väčšina predmetov. Mnohí preto iné formy hodnotenia ani nezvažujú. Znepokojujúce je, že známky často nemajú informatívny charakter – viac ako polovica učiteľov ich udeľuje najmä z dôvodu legislatívnej povinnosti, bez vysvetlenia dôvodov hodnotenia. Objavujú sa aj situácie, keď je známka pridelená bez ohľadu na kvalitu práce alebo sa používa len krajná škála (1 a 5) podľa aktivity žiaka.

Hoci učitelia vnímajú prínosy edukačnej robotiky a pracujú so žiakmi zmysluplne, vysoká časová a organizačná náročnosť ich často odrádza od hľadania a využívania alternatívnych spôsobov hodnotenia – viac ako 80 % z nich ich práve z tohto dôvodu ani nevyhľadáva.

2 RUBRIKY NA HODINÁCH INFORMATIKY

Z vyššie popísaných dôvodov sme v rámci nášho dizertačného výskumu navrhli rubriky na hodnotenie práce žiakov s edukačnými robotmi. Pod pojmom rubrika rozumieme tabuľku s hierarchicky usporiadanými úrovňami, kde úroveň 0 označuje nižšiu kvalitatívnu úroveň než úroveň 1 a vyššie úrovne predstavujú postupné zvyšovanie kvality [8]. Rubriky sú navrhnuté tak, aby boli využiteľné nielen pri hodnotení žiaka učiteľom, ale aj pre sebahodnotenie a vzájomné hodnotenie. Štruktúrované sú do troch hlavných oblastí: (1) konštrukcia robotického modelu (kvalita spracovania, funkčnosť a tvorivosť riešenia), (2) programovanie (výkon robota, reakcie na podnety, štruktúra a organizácia kódu a riešenie problémov) a (3) tímová spolupráca (komunikácia, zodpovednosť a rozdelenie úloh). Každé kritérium je hodnotené na štvorbodovej škále 0–3 body.

3 METODOLÓGIA

Naším cieľom bolo vytvoriť taký spôsob hodnotenia robotiky, ktorý je aplikovateľný a užitočný ako pre učiteľa, tak pre žiaka a to v prostredí slovenského školstva. Overiť takýto cieľ je možné rôznymi spôsobmi. Sledovali sme preto líniu žiacku aj učiteľskú. Aby sme podrobne porozumeli, aké výzvy a benefity sprevádzajú učiteľa pri zavádzaní rubriek, sme realizovali prípadovú štúdiu [9]. Taktiež sme preskúmali dopad učiteľského hodnotenia na rovesnícke hodnotenie, oboje prostredníctvom našich rubriek [10]. Nás však ešte zaujímalo, aký dopad bude mať toto hodnotenie na žiakov. Pomôžu im rubriky navigovať pri učení? Zamerať sa na oblasti, v ktorých sú slabší? Uvedomia si význam kvalitnej spätnej väzby na svoj výkon? Hlavný cieľom tohto príspevku je preto overiť, aké sú žiacke skúsenosti s hodnotením prostredníctvom našich rubriek vo vyučovacom procese. Tiež sme sledovali, či a ako sa zmenili ich skúsenosti s rubrikami. Ako sa vedeli vyjadriť k otázkam na túto tému a či ich odpovede budú ladené viac negatívne, alebo pozitívne. Zaujímalo nás, čo si odnesú, ak budú hodnotení týmto spôsobom hodnotenia, ak sa s ním osobne stretnú a počas roka budú mať možnosť mu aj hlbšie porozumieť. Stanovili sme si za týmto účelom dve výskumné otázky:

O1: Čo si odnášajú žiaci stredných škôl z hodnotenia, ktoré bolo realizované prostredníctvom rubriek ?

O2: Ako ovplyvňuje postava učiteľa použitie hodnotiacich rubriek?

3.1 Zber dát

Nami navrhnutá rubrika prešla ešte v roku 2023/24 pilotným overovaním a ďalší školský rok 2024/2025 bola aplikovaná na piatich rôznych stredných školách. Z tohto overovania pochádzajú aj dáta použité v tomto výskume. Na troch školách používali rubriky celý školský rok a na dvoch školách pol roka. Všetkých žiakov zapojených do tohto overovania bolo 132, pričom išlo žiakov stredných odborných škôl a gymnázií z rôznych krajov Slovenska (4 kraje - Bratislavský kraj, Nitriansky kraj, Prešovský kraj a Žilinský kraj). Týmto sme chceli docieľiť minimalizáciu faktorov ovplyvňujúcich všeobecnosť platnosti výsledkov.

Dáta boli zbierané na začiatku roka, priebežne počas roka a na konci. Pred začiatkom školského roka sme realizovali individuálne stretnutia s učiteľmi a žiaci nám vyplnili dotazník s otvorenými otázkami. Počas roka sme poskytovali učiteľom podporu v podobe rozhovorov, v priebehu prvých mesiacov bolo ich frekvencia zvyčajne vyššia. Približne jedno stretnutie v priebehu 2-3 týždňov. Na konci roka sme spravili so všetkými učiteľmi individuálne rozhovory a od žiakov sme získali znova vyplnený dotazník s otvorenými otázkami. Dáta boli anonymizované a vieme z nich určiť, len z akej školy pochádzajú a na základe vygenerovaného čísla vieme spárovať žiacke odpovede zo začiatku a konca školského roka.

3.2 Analýza dát

Pri spracovaní údajov sme pracovali prevažne so žiackymi odpoveďami z dotazníkov. Keďže povaha dát má kvalitatívny charakter [11], získané údaje sme roztriedili a vybrali tie časti, ktoré sú relevantné pre naše výskumné otázky. Na túto časť údajov sme aplikovali otvorené kódovanie [12], pričom sme sa zamerali na kvalitu žiackych odpovedí a ich afektívnu polaritu. Následne sme aplikovali axiálne kódovanie [13], ktoré nám umožnilo pospájať a systematizovať čiastkové údaje do zmysluplných celkov, ktoré prezentujeme v nasledujúcej kapitole Výsledky. Pri vyhodnocovaní získaných výsledkov sme použili aj opisnú štatistiku.

4 VÝSLEDKY

Z výsledkov úvodného dotazníka vyplynulo, že pred začiatkom výskumu mali žiaci s hodnotiacimi rubrikami len minimálne až žiadne skúsenosti. Iba siedmi žiaci uviedli, že sa s nimi stretli už predtým, a to výlučne v rámci mimoškolskej činnosti, konkrétne pri účasti na robotickej súťaži, kde boli ich výkony hodnotené práve pomocou rubriek. Pre väčšinu žiakov tak predstavovali rubriky nový prvok hodnotenia, keďže dovtedy sa stretli len s tradičnými formami hodnotenia, ako známky, bodové

hodnotenie, percentá alebo slovné hodnotenie. V nasledujúcich kapitolách sa venujeme výsledkom výstupného dotazníka a zároveň odpovedáme na dve výskumné otázky, ktoré sme si stanovili.

4.1 Dopad rubriík

Najvýraznejšou identifikovanou témou v odpovediach žiakov bola **transparentnosť** hodnotenia a jasnosť očakávaní. Táto téma sa objavila u približne 86% odpovedí žiakov. Žiaci poukazovali na to, že používanie hodnotiacich rubriík prináša väčšiu prehľadnosť procesu hodnotenia a vnímali hodnotenie pomocou rubriík ako predvídateľnejšie a menej závislé od subjektívneho posúdenia učiteľa (žiak 1: *“...aspoň sa už nemusím s učiteľom dohadovať prečo som dostal také hodnotenie...”*, žiak 2: *“...sú pre mňa takým dôkazom toho prečo som dostal také hodnotenie...”*). Transparentnosť sa zároveň spájala s pocitom väčšej férovosti voči žiakom a aj dôvery v hodnotiaci proces, keďže žiaci mali možnosť vidieť, podľa akých kritérií je ich práca posudzovaná (žiak 3: *“Viem presne, čo sa odo mňa chce”*). Viacerí žiaci dokonca spontánne porovnávali hodnotenie prostredníctvom rubriík s tradičným známkovaním, pričom rubriiky vnímali ako prehľadnejšie a férovejšie spôsoby hodnotenia. Napriec školami sa síce objavovali rozdiely v početnosti tejto témy v analyzovaných odpovediach, avšak celkovo možno konštatovať, že transparentnosť hodnotenia bola téma, ktorá patrila medzi najvýraznejšie dopady rubriík na samotných žiakov.

Téma transparentnosti sa v žiackych odpovediach často spájala aj s témou pochopenia hodnotiacich kritérií. Nemáme teraz na mysli hodnotiace kritériá v samotných rubriikách (to ako boli naformulované), ale skôr to, že rubriiky im umožnili lepšie sa orientovať v požiadavkách samotného predmetu (edukačnej robotiky) a v tom, čo je pri hodnotení považované za dôležité (žiak 4: *“myslím, že som pochopil prečo je hodnotenie dôležité, ale asi skôr to, že mi dáva zmysel čo sa presne hodnotí na predmete”*). Táto **jasnosť hodnotiacich kritérií** (vyskytovala sa u 76% odpovedí žiakov) podľa ich vyjadrení prispievala k väčšej istote pri práci na úlohách a predovšetkým umožňovala im cielenejšie smerovať vlastné úsilie.

Kvalitnejšia spätná väzba pre žiakov oproti tradičnému známkovaniu sa objavila ako pomerne výrazná téma, pričom približne 48% odpovedí naznačovalo vnímanie rubriík ako zdroj konkrétnejšej spätnej väzby. Žiaci často poukazovali na to, že rubriiky im neposkytujú len výsledné hodnotenie, ale aj informáciu o tom, v ktorých oblastiach sa im darilo a kde je priestor na zlepšenie, ktoré im prinesie lepšie hodnotenie. Spätná väzba bola v tomto kontexte vnímaná ako konkrétnejšia a využiteľnejšia pre ďalšie učenie sa než samotná známka (žiak 5: *“rubrika mi ukázal čo mám na ďalšom projekte zlepšiť a čomu mám viac času venovať aby to bolo lepšie”*, žiak 6: *“doteraz som mala len známky a mala som pocit že to učiteľ dával aj bez toho aby kontroloval čo som spravila. teraz mám pocit že keď dostanem vyplnenú rubriiku, tak viem za čo som dostala hodnotenie a prečo som ho dostala”*). Odpovede žiakov naznačujú, že rubriiky môžu podporovať reflexiu vlastného výkonu žiakov, ako aj cielenejšie zlepšovanie práce žiakov.

Zlepšenie organizácie práce v tíme sa ukázalo ako ďalší dôležitý aspekt vnímania hodnotiacich rubriík, pričom až 38% žiakov sa explicitne vyjadrilo, že im rubriiky pomohli pri rozdelení práce a organizácii tímových úloh. Rubriiky tak nevnímali len ako nástroj hodnotenia výsledného produktu, ale aj ako podporu procesu spolupráce (žiak 6: *“Vedeli sme si lepšie rozdeliť úlohy”*, žiak 7: *“Pomohlo nám to dohodnúť sa v tíme”*).

V neposlednom rade v odpovediach žiakov sa objavili aj ďalšie aspekty používania hodnotiacich rubriík, ktoré síce neboli zastúpené veľkou početnosťou, ako predchádzajúce témy, no napriek tomu stoja za zmienku. Približne 23% žiakov poukazovalo na to, že rubriiky umožňujú hodnotiť nielen výsledný produkt, ale aj priebeh práce, jednotlivé čiastkové výstupy alebo samotný proces riešenia úloh (žiak 7: *“super je, že keď nám robot nefungoval kvôli chybe v programe, dostali sme v niektorých hodnotených kritériách za programovanie aj plný počet bodov, keď bolo dané kritérium splnené”*).

Pri analýze odpovedí žiakov sa zároveň objavila aj menej pozitívna reflexia spojená s používaním hodnotiacich rubriík, konkrétne ich počítačová zložitosť. Niektorí žiaci (32%) uvádzali, že orientácia v rubriikách, bola na začiatku náročnejšia a vyžadovala určitý čas na pochopenie spôsobu hodnotenia.

Náročnosť používania rubriík sa viazala skôr na fázu zoznamovania s nástrojom než na jeho dlhodobé používanie. Z odpovedí zároveň vyplynulo, že významnú úlohu pri prekonávaní tejto počiatočnej neistoty zohrával učiteľ. Podrobnejšie sa vplyvu učiteľa venujeme v nasledujúcej kapitole.

4.2 Vplyv učiteľa

Odpovede žiakov, ako aj osobné rozhovory s učiteľmi naznačujú, že postava učiteľa zohráva dôležitú úlohu pri tom, ako žiaci vnímali hodnotiace rubriky a ako efektívne sa v nich dokázali zorientovať. Tento vplyv sa obzvlášť prejavil v počiatočnej fáze používania rubriík, keď niektorí žiaci poukazovali na ich zložitosť a potrebu vysvetlenia jednotlivých kritérií. Z odpovedí žiakov a učiteľov však vyplýva, že systematické vysvetľovanie kritérií, práca s rubrikami aj počas výučby a priebežná spätná väzba zo strany učiteľa pomáhali túto zložitosť rubriík postupne znižovať. Myslíme si, že rubriky tak neboli vnímané len ako hodnotiaci nástroj na konci práce s robotickým modelom, ale ako súčasť celého vzdelávacieho procesu, v ktorom zohrávala dôležitú úlohu interpretácia a facilitácia zo strany učiteľa.

Žiaci naznačovali, že spôsob, akým učiteľ rubriky prezentoval a používal, ovplyvňoval ich schopnosť pochopiť význam kritérií a využívanie rubriík pri práci. V prípadoch, kde učiteľ aktívne vysvetľoval kritériá alebo poskytoval priebežnú spätnú väzbu, sa rubriky častejšie spájali s pocitom väčšej istoty, orientácie v hodnotení, lepšieho pochopenia očakávaní, či samotnej transparentnosti hodnotiaceho procesu. Tento aspekt naznačuje, že pozitívny dopad rubriík nastáva až vtedy, keď sa samotný nástroj skombinuje s vhodnou pedagogickou intervenciou.

Porovnanie výsledkov medzi jednotlivými školami zároveň ukázalo určitú variabilitu v tom, ako silno sa v odpovediach žiakov objavoval vplyv zo strany učiteľa. V niektorých školách bola úloha učiteľa v kontexte používania rubriík reflektovaná častejšie, najmä v súvislosti s vysvetľovaním kritérií, či poskytovaním spätnej väzby. Naopak, v iných školách sa odpovede sústreďovali viac na samotné rubriky než na osobu učiteľa. Hoci tieto rozdiely nemožno interpretovať ako jednoznačné hodnotenie kvality pedagogickej práce učiteľa, naznačujú, že spôsob implementácie rubriík môže ovplyvňovať ich vnímanie žiakmi.

Pri odpovedi na druhú výskumnú otázku môžeme povedať, že spôsob akým učiteľ rubriky prezentoval a používal vo výučbe, mal vplyv na to, ako rýchlo a efektívne sa s nimi žiaci dokázali zorientovať. V prípadoch, keď učiteľ aktívne vysvetľoval jednotlivé kritériá alebo s rubrikami pracoval priebežne počas výučby, žiaci častejšie uvádzali pocit väčšej istoty pri hodnotení, jasnosť a porozumenie hodnotiacemu nástroju a lepšiu orientáciu v tom, čo sa od nich očakáva.

5 DISKUSIA

V nadväznosti na prezentované výsledky plánujeme podrobnejšie analyzovať skúsenosti žiakov s používaním rubriík v rôznych formách hodnotenia. Konkrétne sa chceme zamerať na to, ako žiaci vnímali rubriky pri sebahodnotení a vzájomnom hodnotení, keďže tieto formy hodnotenia môžu prinášať odlišnú skúsenosť než len hodnotenie zo strany učiteľa. Zároveň sa chceme bližšie pozrieť aj na to, či a ako sa u žiakov zmenilo vnímanie samotného hodnotenia, ako súčasť pedagogického procesu.

Z analýzy odpovedí tiež vyplynulo, že niektoré kritériá vo vytvorených rubrikách by bolo vhodné vytvoriť aj vo forme zrozumiteľnej žiakom. Najmä v počiatočnej fáze používania sa ukázalo, že formulácia niektorých kritérií nebola pre všetkých žiakov úplne zrozumiteľná a vyžadovala dodatočné vysvetlenie zo strany učiteľa. Do budúca by preto mohlo byť zaujímavé vytvoriť verziu rubriík, kde by kritériá boli formulované jednoduchšie alebo bližšie jazyku žiakov, aby sa znížila potreba ich priebežného vysvetľovania.

Pri interpretácii výsledkov sme sa zároveň pozreli aj na dĺžku zapojenia jednotlivých škôl do výskumu. Niektoré školy pracovali s rubrikami len počas jedného polroka, zatiaľ čo iné počas celého školského roka. Analýza však neukázala výraznejšie rozdiely vo výsledkoch medzi týmito skupinami škôl.

Na výsledky mohol mať vplyv aj charakter zapojených učiteľov. Do výskumu boli zapojení učitelia, ktorí sa venujú robotike a majú záujem rozvíjať túto oblasť vo výučbe. Ich motivácia a skúsenosti s výučbou edukačnej robotiky mohli pozitívne ovplyvniť spôsob implementácie rubriek aj celkové vnímanie hodnotenia zo strany žiakov.

6 ZÁVER

Cieľom výskumu bolo preskúmať skúsenosti žiakov stredných škôl s hodnotením prostredníctvom rubriek v kontexte edukačnej robotiky na hodinách informatiky. Zo vstupného dotazníka sa ukázalo, že približne pre 95% žiakov išlo o nový spôsob hodnotenia, keďže dovtedy sa stretávali najmä s tradičnými formami hodnotenia, ako sú známky, body alebo percentá. Zamerali sme sa pri stanovení výskumných otázok na to, aký dopad mali používané rubriky na žiakov a aký bol vplyv učiteľa na tento dopad.

Z analýzy odpovedí vyplynulo, že žiaci najčastejšie vnímali rubriky ako nástroj, ktorý prináša väčšiu transparentnosť hodnotenia, jasnejšie očakávania a konkrétnejšiu spätnú väzbu než tradičné známkovanie. Rubriky (podľa časti žiakov) dokonca pomáhali lepšie zorganizovať tímovú prácu a orientovať sa v procese riešenia úloh. Na druhej strane sa ukázalo, že najmä v úvodnej fáze používania mohli byť rubriky pre niektorých žiakov náročnejšie na pochopenie a oboznámenie sa s nimi.

Výsledky tiež naznačujú, že spôsob akým učiteľ rubriky používal a vysvetľoval, mohol ovplyvniť ich prijatie žiakmi a mieru porozumenia hodnotiacemu procesu. V školách, kde učitelia pracovali s rubrikami priebežne a poskytovali k nim vysvetlenia či spätnú väzbu, žiaci častejšie uvádzali pocit istoty a lepšieho pochopenia hodnotiacich kritérií.

Z praktického hľadiska môžeme povedať, že samotné zavedenie rubriek do výučby nemusí byť postačujúce. Dôležitý sa ukazuje najmä spôsob ich používania vo vyučovaní. Priebežné vysvetľovanie kritérií učiteľom, práca s rubrikami počas riešenia úloh a poskytovanie spätnej väzby zo strany učiteľa (podľa odpovedí žiakov a rozhovorov s učiteľmi) pomáhalo prekonať počiatočnú zložitosť rubriek a prispievalo k ich lepšiemu začleneniu do vyučovacieho procesu. Z pohľadu pedagogickej praxe je teda dôležité pri začlenení rubriek do hodnotiaceho procesu sa venovať nie len samotnej implementácii, ale aj komunikácii so žiakmi.

Výsledky zároveň naznačujú potrebu formulovať hodnotiace kritériá čo najzrozumiteľnejšie a blízko jazyku žiakov. Môže sa tým znížiť potreba dodatočného vysvetľovania a rubriky sa môžu stať prirodzenejšou súčasťou výučby. V kontexte edukačnej robotiky na hodinách informatiky, kde je hodnotenie často komplexné a zahŕňa robotický model, program, proces aj spoluprácu v tíme, sa rubriky javia ako vhodný a použiteľný nástroj.

7 POĎAKOVANIE

Radi by sme poďakovali všetkým zúčastneným učiteľom, ktorí boli ochotní venovať čas a úsilie pri overovaní rubriek. A tiež za podporu z projektu VEGA 1/0407/25, ktorá nám umožnila publikovanie získaných výsledkov.

8 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] OUYANG, F. a W. XU. *The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis*. International Journal of STEM Education. 2024, 11(1), s. 7. DOI:10.1186/s40594-024-00469-4, [cit. 2026-02-10].
- [2] BENITTI, F. B. V. *Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review*. Computers & Education. 2012, 58(3), s. 978–988. DOI:10.1016/j.compedu.2011.10.006, [cit. 2026-02-10].
- [3] KABÁTOVÁ, M. *Edukačná robotika a jej didaktika*. DidInfo 2011. Online. 2011, s. 24 ISBN 978- 80-557-0142-4 Dostupné z: <http://www.fpv.umb.sk/app/cmsSiteAttachment.php?ID=2908#page=24> [cit. 2026-01-29].

- [4] STOFFOVÁ, V. a M. HAVELKA. *Práca s robotickými stavebnicami na 2. stupni ZŠ: Zbierka riešených úloh*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2018. ISBN: 978-80-244-5383-5.
- [5] CÁPAY, M. a N. KLIMOVÁ. *Engage Your Students via Physical Computing!*. 2019 IEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Online. 2019, s. 1216-1223. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8725101>, [cit. 2026-02-05].
- [6] VOŠTINÁR, P. a J. KNEŽNÍK. *Experience with teaching with BBC micro: bit*. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Online. 2020, s. 1306-1310. Dostupné z: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125278, [cit.2026-02-06].
- [7] KRCHO, J. a K. MIKOVÁ. *Rubrics as a Way of Assessing Students in Educational Robotics in Slovak Secondary Schools: Teachers' Perspective*. In: 2024 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA). IEEE, 2024, s. 364–371. DOI:10.1007/978-3-031-67059-6_21, [cit. 2026-02-10].
- [8] HUBEŇÁKOVÁ, V. a D. ŠVEDA. *Môže sa učiteľ matematiky naučiť kvalitne formatívne hodnotiť?* Učiteľ matematiky. 2017, 25(2), s. 83–103. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/ucitel/article/view/345>, [cit. 2026-02-10].
- [9] KRCHO, J. a K. MIKOVÁ. *Vyšliapané chodníčky hodnotenia: Dajú sa ešte zmeniť? Príbeh učiteľky s dlhoročnou praxou*. In: Regionálny zborník DIDINFO 2025. Online. Dostupné z: <https://www.didinfo.net/images/Regionalny%20zbornik%202025.pdf>, [cit. 2026-02-11].
- [10] KRCHO, J. *Tracking Peer-Teacher Agreement in Educational Robotics Assessment*. In: 2025 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), Starý Smokovec, Slovakia, 2025, s. 467–474. IEEE. DOI: 10.1109/ICETA67772.2025.11280125, [cit. 2026-02-11].
- [11] CRESWELL, J. W. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. 4. vyd. Boston: Pearson, 2012. ISBN 978-0-13-136739-5.
- [12] ŠVAŘÍČEK, R. et al. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.
- [13] JOHNSON, R. B. a L. CHRISTENSEN. *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. 5. vyd. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014. ISBN 978-1-4522-4440-2.

Prekoncepty žiakov druhého stupňa ZŠ o základných princípoch fungovania senzorov

Lower Secondary School Students' Preconception of the Basic Principles of Sensor Operation

Barbora Stenová
Univerzita Komenského, FMFI
Mlynská dolina
84248 Bratislava
Slovensko
stenova@fmph.uniba.sk

Adela Mináriková
Univerzita Komenského, FMFI
Mlynská dolina
84248 Bratislava
Slovensko
minarikova95@uniba.sk

Karolína Miková
Univerzita Komenského, FMFI
Mlynská dolina
84248 Bratislava
Slovensko
mikova@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRACT

In today's world, smart technologies are a significant part of daily life, yet it remains unclear to what extent users understand the principles underlying their operation. Devices such as refrigerators, smartphones or robotic vacuum cleaners use sensors to interact with their environment and process information. However, these processes are often not visible to users. This raises an important question: to what extent do students understand the role of sensors and the basic principles underlying smart technologies?

The aim of this paper is therefore to identify lower secondary school students' preconceptions about sensors as a key component of smart technologies. For the purposes of this research, the well-known SRA model was extended to ESRA (Environment–Sense–Reason–Act), which was used as an analytical framework for interpreting students' ideas about the relationship between the environment, data collection through sensors, data processing, and the subsequent technological response. Data were collected through online questionnaires administered during informatics classes among students aged 10–15 from various regions of Slovakia (N = 525). Selected questions from the collected data were analyzed using qualitative methods and complemented by quantitative scoring.

Based on the analysis, several student preconceptions were identified, from which five dominant models were selected, with most of them lacking key phases related to data processing and decision-making. Students most commonly perceive a sensor as an element that “captures” stimuli from the environment; however, they rarely connect it with the operation of a program and the subsequent response of the device. The most common incorrect preconception is the attribution of the entire functionality of the technology to the sensor itself, indicating insufficient differentiation between the sensor, the program, and the actuator. Additional findings include differences between grade levels, with the 7th grade emerging as cognitively significant. Students at this level began to demonstrate more precise conceptual expression and a higher level of abstraction. Nevertheless, overall understanding remained incomplete even in higher grades. The findings indicate that students' preconceptions are more often incomplete than incorrect. Rather than correcting them, it is therefore appropriate to build on existing ideas and systematically develop them, which has direct implications for curriculum design and didactic approaches, particularly in the selection of content and the timing of introducing key concepts. These topics also indicate directions for future research, which we intend to pursue in our subsequent research work.

Keywords

Smart technology, sensors, lower secondary education, pre-conceptions, qualitative research.

ABSTRAKT

V dnešnej dobe sa každý deň stretávame s inteligentnými technológiami, otázkou ale ostáva, či aj rozumieme ako fungujú a ako pracujú s informáciami. Chladnička, telefón alebo aj robotický vysávač sú technológie, ktoré pravdepodobne používame na dennej báze. Boli preto zaradené do skúmania, kde sme zisťovali, čo si žiaci na druhom stupni základných škôl predstavujú pod dôležitým komponentom inteligentných technológií - senzorom. Formou online dotazníku sme zozbierali 525 žiackych odpovedí z rôznych krajov Slovenska, z ktorých sme identifikovali žiacke prekoncepty o tom, čo je senzor a ako funguje. Identifikovali sme 5 najčastejších modelov prekonceptov o senzoroch, pričom sme vychádzali z SRA modelu (Sense-Reason-Act). Identifikovali sme tiež špecifiká pre jednotlivé ročníky, kde sa ako zlomový ukázal 7. ročník. Medzi najčastejší chybný prekoncept patrilo pripisovanie funkcie celej technológie senzoru. Celkovo však žiaci nemali mylné, ale skôr žiadne alebo neúplné prekoncepty.

Kľúčové slová

Moderné technológie, senzory, žiaci základnej školy, pre-koncepty, kvalitatívny výskum.

1 ÚVOD

Inteligentné technológie založené na zbere a spracovaní údajov z prostredia sa stali bežnou súčasťou života detí aj dospelých. Žiaci denne používajú zariadenia reagujúce na dotyk, pohyb, zvuk či svetlo, no väčšinou nemajú dôvod premýšľať nad tým, akým spôsobom tieto reakcie vznikajú, alebo akú úlohu zohráva v tom celom procese program. Senzory, ktoré umožňujú technológiám zaznamenávať podnety z okolia a premieňať ich na digitálne informácie, tak pre nich zostávajú skryté a často aj nepochopené. Tým vzniká rozdiel medzi praktickou skúsenosťou s technológiou a porozumením jej fungovania.

Žiaci si v tomto veku prirodzene vytvárajú kognitívne primerané predstavy o tom, ako tieto technológie so senzormi fungujú [1, 2]. Výskumy z oblasti konceptuálnej zmeny poznatkov tiež poukazujú na to, že žiaci si často vytvárajú intuitívne predstavy o rôznych javoch, ktoré nemusia zodpovedať odbornému vysvetleniu [3, 4]. V kontexte technológií a senzorov môžu tieto predstavy ovplyvniť, ako si žiaci interpretujú základné princípy fungovania inteligentných technológií. V prípade senzorov hovoríme o predstavách, ktoré sa často týkajú vzťahu medzi podnetom z okolia, jeho zaznamenaním a následnou reakciou technológie. Ak žiaci nerozumejú tomuto procesu ako celku, je tu riziko, že budú vnímať správanie technológie skôr ako automatickú reakciu než ako výsledok spracovania informácií a k tomu prislúchajúcej reakcie. Je preto dôležité skúmať poznatky žiakov nie ako súbor izolovaných informácií, ale ako štruktúru poznatkov, medzi ktorými existujú prepojenia a vzťahy. Porozumenie tejto štruktúre by nám umožnilo lepšie pochopiť, ako žiaci interpretujú fungovanie technológií, konkrétne senzorov. Akým spôsobom a či vôbec si prepájajú vstupné údaje so správaním zariadenia. Či si uvedomujú úlohu programu v tomto procese fungovania a tiež aj rôzne typy informácií, ich spracovanie a prenos, a teda v širšom merítku aj samotnú informatiku.

1.1 ESRA model

Moderné technológie vďaka svojim senzorum a aktuátorom dokážu interagovať s okolím a prispôbovať svoje správanie konkrétnym podnetom z prostredia. Základný princíp interaktivity technológií je opísaný prostredníctvom modelu Sense-Reason-Act (SRA)[5]. Tento model vysvetľuje cyklus 3 hlavných fáz:

1. **SENSE (S):** V prvej fáze senzory získavajú údaje z okolia, ktoré posielajú na ďalšie spracovanie.
2. **REASON (R):** Program spracúva získané vstupné údaje a na základe vopred definovaných

podmienok vyhodnocuje situáciu a rozhoduje o ďalšom správaní technológie.

3. ACT (A): V poslednej fáze aktuátory vykonajú konkrétnu akciu.

Práve tento model SRA sme si zvolili ako teoretický rámec na skúmanie žiackych prekonceptov o základných princípoch fungovania technológií so senzormi. Keďže nám umožňuje systematicky analyzovať, ako žiaci rozumejú úlohe sensorov, procesu získavania a spracovania informácií, princípom rozhodovania a vykonania akcie aktuátormi. Dôležitým komponentom tohto modelu je prostredie, v ktorom sa technológia nachádza, keďže práve ono predstavuje zdroj podnetov, na ktoré technológia reaguje. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli model SRA rozšíriť o komponent prostredia (environment - E), čím vznikol model **ESRA**, ktorý nám pomáha lepšie identifikovať, analyzovať a interpretovať žiacke prekoncepty, v tomto článku časť súvisiacu so senzormi.

1.2 Prekoncepty

Aby sme vedeli vytvárať aktivity, odporúčania pre učiteľov, či kurikulá, ktoré budú budovať u žiakov zdravý a uvedomelý postoj k technológiám, je potrebné reflektovať aktuálny stav žiackych skúseností. Pokladáme za prirodzené teda najprv identifikovať žiacke prekoncepty o týchto moderných inteligentných technológiách, ktoré získali z každodenných situácií z bežného života. Skúmaním žiackych prekonceptov v oblasti informatiky sa zaoberajú viacerí výskumníci. Bróm a jeho kolegovia už dlhšie skúmajú predstavy žiakov vo veku 3 až 15 rokov o internete [6], podobne ako Diethelm a kolektív [7]. Zhang a kolegovia sa zamerali na predstavy mladších žiakov o robotoch, ktoré analyzovali prostredníctvom detských kresieb [8]. Aktuálny rozmach umelej inteligencie a jej presah do každodenného života, nás viedol k zameraniu sa práve na skúmanie prekonceptov súvisiacich s každodennou smart technikou.

Keď sa odkazujeme na prekoncepty v tomto článku, vychádzame z definície, že prekoncepty sú počiatkové, často intuitívne predstavy, ktoré si žiaci vytvárajú na základe vlastných každodenných skúseností ešte predtým, ako sa v danej oblasti stretnú s formálnym vzdelávaním. Vznikajú prirodzene pozorovaním sveta, manipuláciou s predmetmi a osobnou skúsenosťou z reálneho života či z médií [9]. Ozrejmenie tohto pojmu je podstatné, lebo sa často mylí napríklad s miskoncepciami [10], pričom tento pojem reprezentuje chybné alebo neúplne poznatky žiaka potom, čo bol vystavený danému učivu v priamom vzdelávacom procese.

2 METODOLÓGIA VÝSKUMU

Hlavným cieľom práce bolo identifikovať s akými prekonceptami o senzoch a ich úlohe pri fungovaní inteligentných zariadení prichádzajú žiaci vo veku 10 - 15 rokov do škôl. Taktiež sme sa zamerali na identifikovanie rozdielov medzi jednotlivými ročníkmi, aby sme zistili kognitívnu pripravenosť žiakov pre jednotlivé témy, aby sme mohli odporučiť, v ktorom ročníku je vhodné vyučovať tieto témy. Ďalším cieľom bolo určiť, nakoľko sú jednotlivé senzory v inteligentných technológiách pre žiakov intuitívne, resp. o ktorých majú správne prekoncepty a o ktorých nesprávne a do akej miery. Disponovať informáciou, aké sú žiacke prekoncepty, nakoľko sú správne či nesprávne a od akého veku sú žiaci schopní porozumieť súvislostiam, nám umožní vytvárať také vzdelávacie materiály, ktoré budú vychádzať z aktuálneho stavu poznania žiakov a učiteľia tak budú môcť cielene budovať presnejšie poznatky a zručnosti.

Stanovili sme si preto tri výskumné otázky, ktoré zneli takto:

1. Aké prekoncepty majú žiaci vo veku od 10 do 15 o senzoch?
2. Aké sú rozdiely medzi ročníkmi v kvalite porozumenia a aké špecifiká charakterizujú jednotlivé ročníky?
3. Aké sú rozdiely v prekonceptoch žiakov o senzoch, konkrétne v príkladoch chladnička, smartphone a domáci robotický vysávač?

2.1 Zber dát

Aby naše výsledky boli platné pre čo najväčšiu skupinu žiakov a nevychádzali len zo skúsenosti žiakov z hlavného mesta, ako tomu bolo v našom pilotnom overovaní [11], zber dát prebiehal v rôznych krajoch Slovenska prostredníctvom online dotazníka. Tento online dotazník vyplnilo 597 žiakov z 9 škôl z malých a veľkých miest, či dokonca dedín. Žiaci vyplňali dotazník počas hodín informatiky pod dozorom učiteľa, ktorý bol inštruovaný aby dotazník žiaci vyplňali samostatne v škole, bez použitia umelej inteligencie. Predpokladáme, že vo väčšine prípadov boli inštrukcie dodržané. Dotazník prešiel pilotným testovaním, kedy žiaci vyplňali papierovú verziu. Pilotného testovania sa zúčastnilo 48 žiakov. Dotazník má 17 finálnych otázok a je rozdelený na tri časti. Prvá sa zameriava na definovanie pojmu robot, porozumenie jeho fungovaniu a ovládaniu, druhá na základné princípy fungovania technológií so senzormi, s ktorými sa žiaci stretávajú v každodennom živote a tretia na porozumenie pojmu senzor, jeho funkciám a rôznych typov senzorov. Keďže dotazník je obsiahly, v tomto príspevku sme analyzovali dve konkrétne otázky (otázku č. 14 a 16), ktoré zisťujú žiacke teoretické prekoncepty o senzoroach. Tieto dve otázky mali takéto znenie:

14. Poznáš pojem senzor? Skús vysvetliť, čo tento pojem znamená.

16. Aké senzory boli použité v situáciách z úloh 11, 12 a 13? Vysvetli ako tieto senzory fungujú.

Keďže sa v otázke 16 odkazujeme na ďalšie tri otázky, uvádzame ich znenie tiež:

11. Doma už dva mesiace bez problémov využívate robotický vysávač. Vždy sa úspešne vyhýba nábytku. Jedného dňa tvoja malá sestra zabudla v strede obývačky veľký dom pre barbie. Ako podľa teba zareaguje robotický vysávač pri vysávaní obývačky? Opíš ako bude vysávač "rozmyšľať" a aká bude jeho reakcia.

12. Jedného pekného dňa sa Elenka hrala na mobile svoju obľúbenú hru. Po chvíľke vyšla z domu na terasu, kde sa jas obrazovky mobilu ihneď zvýšil. Podľa čoho mobil vedel, že má zvýšiť jas obrazovky?

13. Elenka si išla v lete zobrať do chladničky studený nápoj, ale nezavrela dobre dvere chladničky. O chvíľu sa začalo z chladničky ozývať výstražné pípanie. Vysvetli prečo chladnička pípa? A podľa čoho vedela, že má začať pípať?

Otázkou číslo 14 sme určovali prekoncepty žiakov o senzoroach a na čo podľa nich slúžia. Taktiež sme ňou zisťovali, ako žiaci vysvetľujú vlastnými slovami, či odbornejšími pojmami úlohu senzora. Cieľom bolo identifikovať rozsah a mieru korektnosti ich prekonceptov. Druhá otázka, na ktorú sme sa zamerali bola v dotazníku ako číslo 16 a od žiakov vyžadovala, aby vysvetlili ako funguje technológia so senzorom pri konkrétnej situácii pre technológiu z predošlých otázok 11., 12., 13.. Teda mali sa vyjadriť k trom rôznym situáciám.

2.2 Metódy analýzy dát

Všetky zozbierané dáta boli buď zozbierané v elektronickej podobe, alebo boli do nej prevedené. Pri analýze dát sme využívali kvalitatívne metódy analýzy dát [12]. Najprv sme odpovede roztriedili podľa ročníkov a pritom sme vyradili všetky nezmyselné odpovede. Pod nezmyselnými odpoveďami rozumieme rôzne znaky ako bodky, čiarky, pomlčky, či iné sekvencie písmen bez významu, čím nám ostalo 525 žiackych odpovedí pre otázku číslo 14 a z toho 298 žiackych odpovedí pre otázku 16. Odpovede pre otázky 14 a 16 sme analyzovali samostatne, postupne podľa ročníkov. Najprv sme aplikovali otvorené kódovanie, pričom opakovane boli kritéria pre priradovanie kódov konzultované skupinou výskumníčov, aby bola zachovaná jednota a objektivita. Následne sme použili axiálne a selektívne kódovanie, ktoré využívalo sadu kódov z otvoreného kódovania. Mohli sme sa tak zamerať na určenie vzťahov medzi kódmi a identifikovanie najčastejších vzorcov žiackych odpovedí. Takto vytvorené kódy a vzťahy sme namapovali na model ESRA. Pri analýze otázky 14 sme využili aj kvantitatívne skórovanie [13], kde sme pracovali aj s úrovňou kvality žiackej odpovede, čo nám neskôr umožnilo určiť najčastejšie mylné prekoncepty, ktoré korešpondovali s najčastejšími mylnými prekonceptami z otázky 16.

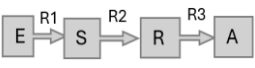
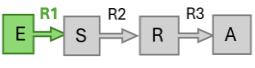


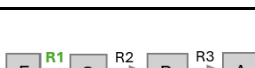
3 VÝSLEDKY

Vychádzajúc z analýzy dát, sme zistenia rozdelili do troch kapitol, ktoré odpovedajú na naše tri výskumné otázky.

3.1 Najčastejšie prekoncepty podľa ESRA modelu

Na základe analýzy žiackych odpovedí sme identifikovali päť najčastejšie sa vyskytujúcich prekonceptov o senzorech medzi všetkými zapojenými žiakmi (Tab. 1). Z tabuľky je zrejmé, že vo väčšine týchto prekonceptov chýbajú kľúčové prvky modelu ESRA, ktorý využívame ako rámec na vysvetlenie fungovania technológií so senzormi.

Tabuľka 1: Najčastejšie prekoncepty žiakov o senzorech vo forme grafických modelov

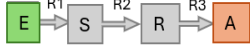

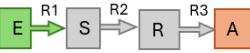
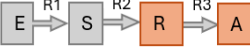
Model	Počet	Vysvetlenie
A 	183	Žiak neopísal žiadny komponent z modelu ESRA, čo znamená, že nerozumie pojmu senzor.
F 	119	Žiak rozumie, že senzor deteguje (R1) podnety z okolia (E). Avšak absentuje vysvetlenie samotného senzora ako technického zariadenia.
P 	35	Žiak rozumie, že senzor zachytáva (R1) podnety z okolia (E) a senzor (S) opisuje ako technické zariadenie.
C 	33	Žiak rozumie, že senzor je technické zariadenia (S), prípadne špecifikuje konkrétny typ. Avšak absentuje vysvetlenie jeho úlohy.
B 	23	Žiak rozumie, že senzor niečo deteguje (R1), no nevedomuje si, že ide o detekciu zmien v prostredí, ani že na túto detekciu nadväzuje ďalšie spracovanie získaných údajov.

Pozitívnym zistením je, že medzi piatimi najčastejšími prekonceptmi sa neobjavili mylné predstavy (v grafickom modeli označené oranžovou farbou). Odpovede teda neboli nesprávne, skôr zjednodušené a neúplné. Najčastejšou odpoveďou bolo „neviem“ alebo „nepoznám“. Tento výsledok naznačuje, že časť žiakov sa s pojmom senzor ešte nestretla, prípadne ho nedokáže vysvetliť vlastnými slovami. Zároveň však nemôžeme vylúčiť, že niektorí žiaci dotazník nevyplnili úplne zodpovedne.

Ak žiaci pojem senzor vysvetľovali, najčastejšie ho charakterizovali ako zariadenie, ktoré niečo „sníma“, „zachytáva“ alebo „deteguje“ z okolitého prostredia. Intuitívne teda rozumejú jeho základnej funkcii, avšak len na zjednodušenej úrovni. Neuvažujú o tom, že vstupné údaje zo senzora sa následne odosielajú do programu, ktorý ich spracúva, vyhodnocuje a na ich základe riadi ďalšie správanie technológie. Z tohto dôvodu v ich grafických modeloch najčastejšie chýbajú vzťahy R2 a R3, ako aj samotný komponent program. Hoci otázka bola zameraná priamo na pojem senzor, a nie na celý proces fungovania technológie, práve neprítomnosť ďalších komponentov v ESRA modeli naznačuje, že žiaci vnímajú senzor skôr ako izolovaný prvok než ako súčasť komplexného fungovania technológie..

Pozreli sme sa aj na najčastejšie mylné prekoncepty žiakov, ktoré sú znázornené a vysvetlené v tabuľke (Tab 2.). Hoci sa nevyskytovali až v takom rozsahu, je dôležité poznať aké nesprávne poznatky majú žiaci o senzorech, aby sme ich vedeli napraviť a predísť vzniku miskonceptii.

Tabuľka 2: Najčastejšie mylné prekoncepty žiakov o senzoroch vo forme grafických modelov

Model	Počet	Vysvetlenie
H 	20	Žiak má nesprávnu predstavu, keďže sa domnieva, že senzor reaguje výstupnou akciou (A) na zmenu v okolí (E). Tým mu mylne pripisuje funkciu aktuátora. Zároveň žiak predpokladá, že reakcia nastáva okamžite, bez fázy získavania a spracovania údajov, či rozhodovacej fázy.
D 	16	Žiak zjednodušene opisuje senzor ako aktuátor, teda ako prvok, ktorý vykonáva len výstupnú akciu. Ostatné komponenty modelu ESRA vo vysvetlení absentujú.
W 	10	Žiak správne chápe, že senzor sníma (R1) podnety z okolia (E). V jeho vysvetlení však chýba bližšie objasnenie senzora ako technického zariadenia, ako aj fáza spracovania údajov a rozhodovania. Zároveň senzoru nesprávne pripisuje funkciu aktuátora, keďže sa domnieva, že senzor vykonáva výstupnú akciu.
M 	6	Žiak nesprávne pripisuje senzoru rozhodovaciu funkciu, teda úlohu programu. Zároveň mu nesprávne prisudzuje aj funkciu aktuátora, keďže sa domnieva, že senzor vykonáva výstupnú akciu. Ostatné komponenty modelu ESRA vo vysvetlení absentujú.

Najčastejší nesprávny prekoncept žiakov o senzoroch je poznatok, že senzor priamo vykonáva výstupnú reakciu ako napríklad “pípanie” a “blikanie”. V žiackom chápaní teda senzor neplní iba úlohu snímania okolia, ale zároveň plní aj úlohu aktuátora. Taktiež sa nesprávne domnievajú, že dochádza k okamžitej reakcii na podnet bez fázy spracovania a rozhodovania. Reakcia technológie, teda senzora je v ich predstavách okamžitá a priamočiara. V niektorých odpovediach žiaci senzoru prisudzovali aj rozhodovaciu funkciu programu. Niektorí žiaci teda vnímajú senzor ako univerzálny prvok, ktorý vykonáva viaceré fázy z ESRA modelu, z čoho vyplýva, že žiaci nedostatočne rozlišujú medzi komponentami modelu ESRA, t. j. senzorom, programom a aktuátorom.

Tieto výsledky ukazujú, že žiaci majú zjednodušené, fragmentované a neúplné prekoncepty o senzoroch, avšak ich poznatky sú prevažne správne. Preto vo vyučovaní nie je potrebné meniť nesprávne prekoncepty na správne vedomosti, ale prirodzene nadviazať na to, čo už žiaci intuitívne vedú a ďalej to rozvíjať, prehľbovať a prepájať do širšieho kontextu fungovania technológií.

3.2 Špecifiká pre jednotlivé ročníky

Počas analýzy dát sa jasne vyčlenili určité charakteristiky pre rôzne ročníky aj pre všetkých žiakov spoločne.

V nižších ročníkoch, t. j. **5. a 6. ročník** žiaci pri vysvetlení pojmu senzor využívali najčastejšie konkrétne príklady ako sú robotický vysávač alebo senzory v aute. Svoje myšlienky vyjadrovali svojimi slovami bez používania odbornejších pojmov. Zároveň senzorom často pripisovali ľudské vlastnosti, napríklad že „vidia“, „cítia“ alebo „počujú“. Pri vysvetľovaní funkcie senzorov tiež preferovali voľnejší opis pred konkrétnymi pojmi. V **5. ročníku** sa výrazne opakovalo chybné zamieňanie senzora s celým robotom. Opis funkcie totiž zodpovedal funkcií celej technológie. V **6. ročníku** už bolo vidieť, že najčastejšia odpoveď (ak si odmyslíme najčastejšiu “Neviem”) už v sebe zachytáva okolie a jeho zmenu ako niečo, čo senzor zachytáva. Naopak, žiaci **7., 8. a 9. ročníka** pri

vysvetlení pojmu vo väčšej miere začali používať odbornejšie pojmy, ako napríklad „detekcia informácií“, „snímanie okolia“ či pojem „program“, čo naznačuje rozvoj abstraktnejšieho myslenia. Žiaci vyšších ročníkov častejšie opisovali zmeny v okolí, ktoré senzor zaznamenáva a nielen samotné okolie - teda vedia, že v okolí musí nastať nejaká zmena, aby ju senzor zachytil.

Aj pri opisovaní základných princípov fungovanie inteligentných technológií sme spozorovali že u žiakoch **7. ročníka** sa láme pomyselná kognitívna hranica a žiaci výrazne viac začínajú uvádzať konkrétne názvy senzorov, pričom stále využívajú aj opis činnosti senzorov, rovnako ako v nižších ročníkoch. Pri respondentoch v **8. a 9. ročníku** sme si všimli opačný trend, kde vidíme vyššie počty pri pomenovaniach samotných senzorov ako pri vysvetleniach. Pri odpovediach žiakov z **9. ročníka** usudzujeme, že išlo o silný nezujem o vyplnenie dotazníka. Pri podrobnejšom skúmaní žiackych opisov senzora, sme zistili, že žiaci z rôznych ročníkov majú rôzne prekoncepty o senzoroach, aj keď najvýraznejšie dominovala odpoveď „neviem“ a to naprieč všetkými ročníkmi. Vo všetkých ročníkoch sme mohli tiež pozorovať, že druhá najčastejšia odpoveď v sebe obsahuje okolie, napr. prekážku, okolité svetlo, teplo, dvere chladničky, atď, a jeho zmenu ako niečo, čo senzor zachytáva. Porovnateľne veľa žiakov priradzovalo senzoru vlastnosti aktuátora, t. j. pohyb, zvýšenie jasú, pípanie. Žiaci rozprávali aj o vzťahu okolia a senzora, avšak z toho skoro 40% žiakov vyjadrovalo tento vzťah ako ľudské vlastnosti, napr. senzor vidí, vníma, pozoruje, a iné.

Pri analýze žiackych odpovedí na otázku 14 podľa jednotlivých ročníkov sme pozorovali len malé rozdiely v zastúpení najčastejších prekonceptov o senzoroach. Vo všetkých ročníkoch dominovala odpoveď „neviem“. Výnimkou bol 7. ročník, v ktorom bol najčastejší prekoncept reprezentovaný modelom F (46 žiakov), zatiaľ čo odpoveď „neviem“ (model A) uviedlo iba 26 žiakov. Tento rozdiel je v porovnaní s ostatnými ročníkmi výrazný. Nespozorovali sme žiadne ďalšie výrazné rozdiely v správnych ani nesprávnych prekonceptoch žiakov o senzoroach. To naznačuje, že aj keď majú žiaci viac skúseností s technológiami so senzormi, automaticky to nevedie k hlbšiemu porozumeniu princípov ich fungovania.

3.3 Špecifiká pre jednotlivé typy senzorov

Pre náš výskum sme si vybrali tri dostupné a pomerne rozšírené technológie a to: robotický vysávač, smartphone a chladničku, pričom každý z nich má v sebe zabudovaný jeden či viac senzorov. Žiakom boli v predošlých otázkach predstavené tieto tri technológie v konkrétnej situácii (pozri kapitolu 2.1. otázky 11., 12. a 13). V domácom robotickom vysávači sme sa pýtali na senzor, ktorý zabezpečuje, že sa robot vyhne prekážke, ktorú nemá zmapovanú. Pri smartphone sme sa pýtali na senzor, pomocou ktorého sa zvyšuje, alebo znižuje jas podľa intenzity svetla v okolí. Pri chladničke sme sa pýtali, že aký senzor môže zabezpečovať to, že chladnička začne pípať z dôvodu zlého zatvorenia dverí. Odpovede žiakov v každom ročníku potvrdzujú aj celkový trend, že názvy senzorov v chladničke a v smartphone pomenovalo správne v oboch prípadoch vyše 80% žiakov. V domácom robotickom vysávači je však toto percento obrátené a menej ako 20% žiakov pomenovalo senzor správne.

V skúmaných inteligentných technológiách z bežného života, ktoré sme použili v našom výskume, sa nachádzali **rôzne typy senzorov** a žiaci používali rôzne pojmy na pomenovanie týchto senzorov. Či už správne, nesprávne, alebo aspoň blížiac sa k správnej téme. Preskúmali sme rôzne inštrukčné materiály a návody na obsluhu týchto zariadení, aby sme si vytvorili prehľad pomenovaní senzorov, s ktorými mohli prísť žiaci do kontaktu, či už doma, v obchode s elektronikou, či v online priestore. Ďalej uvedené senzory spĺňajú kritéria funkcionality, ktoré boli opísané v predstavených situáciách. **Pri robotickom vysávači** sme našli viacero typov senzorov, ktoré vyhovujú situácií a taktiež ale rôzne názvy pre iné značky vysávačov. Jedna kategória senzorov funguje na princípe detekcie prekážok pomocou laserov a tak zisťuje ich vzdialenosť – senzor vzdialenosti, senzor priblíženia alebo aj senzor navigácie. Druhý princíp je taký, že vysávač zistí prekážku až keď do nej narazí – senzor dotyku, senzor nárazníka ale aj senzor kolízie. Senzor vzdialenosti alebo jemu obdobný názov sa v celej vzorke, t. j. 298 žiakov objavil iba trikrát. Rovnaký počet je aj pre senzor dotyku. Z toho vyplýva, že ani jeden princíp im nebol známy. Pri vysávači sa objavilo aj 5 prípadov, kedy žiaci

spomenuli kameru ako niečo, čo sníma okolie. V **telefónoch** sa o snímanie okolitého svetla stará práve senzor s rovnakým názvom - senzor okolitého svetla. Pomenovanie práve tohto senzora malo najväčšiu presnosť u žiakov, kde žiaci používali variácie názvov ako svetelný senzor, senzor svetla, senzor jas. V **chladničke** sa nachádza teplotný senzor alebo inak povedané aj senzor tepla. Tu opäť záleží od výrobcu chladničky, ako ho pomenúva. Žiaci najčastejšie obmieňali názvy ako teplotný senzor, senzor teploty, senzor tepla, tepelný senzor, ktoré považujeme za správne.

4 DISKUSIA

Vidíme, že niektoré typy technológií sú pre žiakov intuitívnejšie ako iné. Resp. ich prekoncepty o fungovaní niektorých technológií so senzormi sú správnejšie ako o niektorých iných. V prípade robotického vysávača síce žiaci často nevedeli správne pomenovať konkrétny senzor, ale samotná technológia sa v ich odpovediach objavovala ako najčastejší príklad robota. Čo naznačuje, že s robotickým vysávačom majú určitú skúsenosť, ale neuvedomujú si princíp jeho fungovania.

Taktiež si uvedomujeme, že špecifiká určené pre jednotlivé ročníky mohli trochu súvisieť aj so samotnou formuláciou otázky, kde si žiaci mohli vybrať, či využijú presné pomenovanie senzorov v troch rôznych situáciách, alebo si zvolia popis senzorov. Žiaci si zväčša vybrali jednu možnosť a len málokto odpovedal na otázku úplne komplexne. Myslíme si ale, že početnosť skúmanej vzorky bola dostatočne veľká, aby zabezpečila validitu údajov. Tiež by sa dalo diskutovať nad kvalitou zozbieraných dát. Nakoľko sa žiakom chcelo vyplniť dotazník, ktorý nebol najkratší a či sa tak nemohli zamčať niektoré žiacke vedomosti, ktorými disponujú. Avšak žiaci mali na jeho vyplnenie dostatok času (45 minút) a písanie na klávesnici sa učia už od 3. ročníka, preto predpokladáme, že žiaci dokázali svoje myšlienky dostatočne vyjadriť. V prípadoch, keď žiaci nechceli odpovedať, to dali v odpovediach jasne najavo. Tieto odpovede sme pri analýze dát identifikovali a vylúčili. Uvedomujeme si, že rozhovory by mohli poskytnúť lepšiu databázu dát, ale na takéto zber údajov sme neboli disponovaní. Preto zvažujeme do budúcnosti overenie niektorých výsledkov osobnými rozhovormi.

Uvažovali sme tiež nad príčinami, prečo výsledky žiakov 7. ročníka sa opakovane ukazovali ako najkvalitnejšie. Na základnej škole na hodinách fyziky sa podľa iŠVP žiaci v 7. ročníku učia o teple a teplote a v 8. o svetle. Toto by mohlo mať kladný dopad na schopnosť žiakov pomenovať senzory vo vyšších ročníkoch a naopak žiakom v 5. a 6. ročníkoch, kde žiakom tieto témy ešte neboli predstavené. Taktiež by tento fakt mohol mať podiel na vysokej miere správneho pomenovania senzorov v telefóne a chladničke a nízkej miere pomenovania senzoru vo vysávači. Otázkou ostáva, nakoľko tieto témy na fyzike naozaj preberali a nakoľko ovplyvnili odpovede v dotazníku.

5 ZÁVER

Moderné technológie využívajú dnes rôzne informatické algoritmy, či princípy, pracujú s informáciami rôzneho typu. Žiaci sa s nimi stretávajú denne, často aj skôr ako s počítačom. Ako im ale rozumejú? Čo o nich vedia? Uvedomujú si prítomnosť senzorov a ich význam v tomto procese práce s informáciami? To je problém, na ktorý sme zamerali náš výskum. Skúmali sme prekoncepty žiakov druhého stupňa základných škôl o senzoroach. Zistili sme, že žiaci nemajú vytvorených až tak veľa chybných prekonceptov, ale majú skôr neúplné a fragmentované znalosti o senzoroach, ktoré sa líšia v závislosti od ročníkov. Medzi chybné prekoncepty by sme mohli zaradiť najčastejšiu mylnú predstavu, že senzor je aktuátor, ktorá sa vyskytovala skôr v nižších ročníkoch (5. a 6. ročník) Od 7. ročníka žiaci začínali senzor už skôr konkrétne pomenovávať a menej opisovať. Medzi ročníkmi na druhom stupni základnej školy nie je významný rozdiel v porozumení funkcionality senzorov, väčšinou im nerozumejú, či majú veľmi zjednodušenú a intuitívnu predstavu. Preto vzniká otázka, či nie je vhodnejšie sa tejto téme venovať až na strednej škole. Ďalej sme zistili, že senzory okolitého svetla a teplotný senzor sú pre žiakov intuitívnejšie ako senzory vo vysávači, ktoré zaručujú vyhýbanie sa prekážkam. Veríme, že nami identifikované zistenia, nebudú slúžiť len pre náš ďalší výskum, ale budú prínosné ako pre učiteľov, tak pre tvorcov rôznych vzdelávacích štandardov, či

kurikula. A prispievajú k tvorbe sa teórií poznatkov v didaktike informatiky. My sami máme v pláne uvedené zistenia použiť na vytvorenie vzdelávacích materiálov, ktoré budú podporovať hlbšie porozumenie základným princípom fungovania inteligentných technológií, ktoré žiakom umožnia kvalitnejší život v digitálnej ére.

6 POĎAKOVANIE

Radi by sme poďakovali všetkým zúčastneným učiteľom, ktorí boli ochotní venovať čas z vyučovania vyplneniu dotazníka so žiakmi. A tiež za podporu z projektu VEGA 1/0407/25, ktorá nám umožnila publikovanie získaných výsledkov.

7 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] LEHELDT, Sebastian, Yvonne ROGERS a Nicolai MARQUARDT. Coming to your senses: promoting critical thinking about sensors through playful interaction in classrooms. In: *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*. New York: ACM, 2020, s. 11–22.
- [2] SILVA, Maria J., João B. LOPES a António A. SILVA. Using senses and sensors in the environment to develop abstract thinking – a theoretical and instrumental framework. *Problems of Education in the 21st Century*. 2013, roč. 53, s. 99.
- [3] DISESSA, Andrea A. A history of conceptual change research: Threads and fault lines. In: SAWYER, R. K., ed. *The Cambridge handbook of the learning sciences*. 2. vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, s. 88–108.
- [4] VOSNIADOU, Stella, ed. *International handbook of research on conceptual change*. 2. vyd. London: Routledge, 2013.
- [5] SLANGEN, Louisa A. M. P., Koeno P. E. GRAVEMEIJER, Birgit PEPIN a Jan VAN KEULEN. *Teaching Robotics in Primary School*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2016.
- [6] BROM, Cyril, Anna YAGHOBOVÁ, Anna DROBNÁ a Michal URBAN. ‘The internet is in the satellites!’: A systematic review of 3–15-year-olds’ conceptions about the internet. *Education and Information Technologies*. 2023, roč. 28, s. 14639–14668.
- [7] DIETHELM, Ira, Henning WILKEN a Stefan ZUMBRÄGEL. An investigation of secondary school students’ conceptions on how the internet works. In: *Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. New York: ACM, 2012, s. 8–17.
- [8] ZHANG, Xinli, Yuchen CHEN, Yiwei BAO a Lailin HU. Robot illustrated: Exploring elementary students’ perceptions of robots via the draw-a-robot test. *Journal of Research on Technology in Education*. 2023, s. 1–26. ISSN 1539-1523, 1945-0818. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2232058>
- [9] HENRIQUES, Laura. Children’s Ideas About Weather: A Review of the Literature. *School Science and Mathematics*. 2002, roč. 102, č. 5, s. 202–215. ISSN 0036-6803, 1949-8594.
- [10] DRIVER, Rosalind a Jack EASLEY. Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. *Studies in Science Education*. 1978, roč. 5, č. 1, s. 61–84. ISSN 0305-7267, 1940-8412.
- [11] STENOVÁ, Barbora a Katarína MIKOVÁ. Students’ Pre-concepts of Robot Control Before Their First Robotics Lesson: A Pilot Study. In: *International Symposium on Emerging Technologies for Education*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024, s. 86–98.
- [12] CRESWELL, John W. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. New Jersey: Pearson, 2008.
- [13] CRESWELL, John W. *Concise Introduction to Mixed Methods Research*. 2. vyd. Los Angeles: SAGE Publications, 2021.

Ako súťažiaci zo SŠ riešili interaktívne úlohy v súťaži iBobor 2025/26

How high school contestants solved interactive tasks in Bebras challenge 2025/26

Lucia Budinská, Michal Winczer

FMFI Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská Dolina F2, 842 48 Bratislava Slovensko

lucia.budinska@fmph.uniba.sk, winczer@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRACT

This paper focuses on the analysis of interactive tasks in the iBobor – Slovak version of the Bebras Challenge in the 2025/26 school year. According to [1], interactivity can be classified along the solution-oriented dimension into four categories: *basic interactivity*, *integrated interactivity*, *solving process interactivity*, and *interactive simulation*. As interactive simulations are not present in the Slovak contest, we focus on tasks where (1) participants construct a solution directly, (2) participants complete a solution with more than one piece of information, (3) multiple answers are allowed, or (4) a direct selection is made from a larger set of possible answers.

The main objective of this study was to identify the most frequent errors and misconceptions among high school students (categories Junior and Senior) and to better understand their reasoning processes when solving interactive open-ended tasks. We identified eight unique interactive tasks (ten task instances across both categories, as two tasks were used in both categories). The research was conducted on anonymized data from 12,230 Junior and 5,787 Senior participants. The analysis consisted of a quantitative evaluation of answer frequencies, followed by a qualitative estimation of students' solution strategies based on the most common incorrect responses.

The most of analyzed tasks had low success, often below 40%. In some cases (e.g., the task “Go to the Treasure”), the proportion of non-responding students (22.15%) significantly exceeded the proportion of correct solutions (6.38%). In the task Blooming Garden, students frequently failed to satisfy the continuity condition (15 consecutive days of blooming). Instead, they tended to select flowers with the highest total number of blooming days, disregarding the requirement of consecutiveness. In Robots in a Maze, errors in programming relative movement were primarily related to incorrect handling of rotation (confusing left and right) or misunderstanding the principle of movement “until an obstacle.” The task Most Frequently Activated Segment revealed a technical misconception: instead of counting how many times a segment switched from off to on, students often identified the segment that was active most frequently. This suggests that the functioning of digital displays may no longer be intuitive for the current high school students.

Overall, the analysis indicates that the primary cause of failure was not the inherent difficulty of the informatics concepts, but rather insufficient attention to detail when reading longer text in task statements and the omission of one or more task conditions. Interactive tasks provide valuable feedback, as they eliminate the factor of random guessing, their analysis therefore enables us to create more effective design of distractors (incorrect answer options) for future competitions. This research highlights potential for further qualitative investigation in classroom settings, where students are not under significant time pressure and where deeper insights into their problem-solving approaches can be obtained.

Keywords

Bebras, interactive tasks, analysis of answers

ABSTRAKT

V tomto článku skúmame, ako súťažiaci zapojení do súťaže iBobor riešili interaktívne úlohy v kategóriách Junior a Senior 2025/26. Identifikovali sme 8 interaktívnych úloh, v ktorých súťažiaci vytvárali riešenia, dopĺňali informácie do predpripraveného riešenia, alebo priamo vyberali jednu či viac možností. Okrem jednej úlohy mali všetky zvyšné úspešnosť pod 40 % a často aj vysoké percento neodpovedania. Interaktivita umožňovala veľké množstvo možných odpovedí, našim cieľom bolo analyzovať, ako mohli súťažiaci dospieť k najčastejšie sa vyskytujúcim z nich.

Kľúčové slová

iBobor, interaktívne úlohy, analýza odpovedí

1 ÚVOD

V súťaži iBobor každoročne ponúkame súťažiacim okrem klasických úloh s výberom zo 4 odpovedí, aj takzvané interaktívne úlohy. Pod týmto názvom sa v medzinárodnej databáze úloh súťaže iBobor označujú úlohy, v ktorých majú súťažiaci možnosť viac interagovať s pripraveným prostredím. Napríklad majú možnosť niečo označiť, ťahať, alebo niečo niekam doplniť. V [1] definujú štyri úrovne interaktivity. *Základnú interaktivitu*, kam spadá väčšina úloh, v ktorých sa vyberá odpoveď. Potom *integrovanú interaktivitu*, kde súťažiaci priamo manipulujú s časťou zadania. *Interaktivitu pri riešení*, ktorá pomáha súťažiacim riešiť úlohu bez pera a papiera. A *interaktívne simulácie*, v ktorých prostredie reaguje na vykonané akcie – prostredie sa mení, podľa toho, čo robí používateľ, alebo súťažiaci vedia vytvoriť funkčný kód, ktorý sa dá spustiť. Takéto úlohy sú bežné napríklad v českej [2], či francúzskej [1] súťaži. V slovenskej súťaži takýto typ úloh nevyužívame, zamerali sme sa preto najmä na interaktivitu pri riešení a integrovanú interaktivitu. V tomto článku sa pozrieme na takéto úlohy zo školského roku 2025/26 v stredoškolských kategóriách Juniori (1. a 2. ročník SŠ) a Seniori (3. až 5. ročník SŠ) a budeme ich analyzovať v kontexte odpovedí súťažiacich.

Analýze súťažných úloh z iBobora (alebo iných verzií tejto medzinárodnej súťaže) sa venuje viacero publikácií – v [3] navrhli dvojrozmernú kategorizáciu úloh, v [4] napríklad skúmali kategorizáciu úloh podľa obťažnosti, v [5] bola predstavená kategorizácia grafových úloh a následne sa analýze podrobili aj grafové úlohy zo stredoškolských kategórií [6]. Okrem samotných úloh autori často analyzujú aj odpovede súťažiacich. Napríklad v [7] autori analyzovali interaktívne programátorské úlohy, v ktorých súťažiaci vytvárajú program a zamerali sa na analýzu toho, ako často tento program spustia, čo tiež vypovedá o náročnosti úlohy. V [8] sa zas venovali analýze odpovedí na úlohy, ktoré obsahujú koncept konečného automatu alebo Turingovho stroja. V [9,10] sme analyzovali odpovede v úlohách vyžadujúcej abstrakciu. Autorky v [11] analyzovali odpovede súťažiacich v úlohe so vstupným riadkom. Identifikovali 7 kategórií odpovedí – okrem správnych a správne začatých aj rôzne typy chýb, ktoré sa u súťažiacich opakovali. Autorky upozorňujú na to, že pri kratších odpovediach nie je jednoduché povedať, či sú správne začaté (a súťažiaci pochopili, čo majú robiť), alebo je to len náhoda.

Všetky spomenuté publikácie potvrdzujú, že analýza riešení otvorených úloh – či interaktívnych alebo so vstupných riadkom, je náročnejšia, keďže tento typ úloh ponúka širokú škálu odpovedí a príležitosti aj na také chyby, ktoré nie sú očakávané autormi pri tvorbe distraktorov v úlohách s výberom možností.

2 METÓDY VÝSKUMU

Náš výskum prebiehal na dátach zo súťaže iBobor. V školskom roku 2025/26 súťažilo v kategórii Junior 12 230 súťažiacich a v kategórii Senior 5 787 súťažiacich. Dáta, s ktorými sme pracovali, boli anonymizované. Každá kategória obsahuje 15 úloh – 5 ľahkých, 5 stredných a 5 ťažkých, ktoré majú súťažiaci vyriešiť za 40 minút. To, že úlohy majú rozličný bodový zisk resp. stratu podľa kategórie

úlohy sme v tomto výskume nebrali do úvahy. Súťažiaci nevedia získať body sa čiastočné riešenia, takéto riešenia sme preto považovali za nesprávne.

Prvým krokom výskumu bola identifikácia interaktívnych úloh, vybrali sme úlohy s integrovanou interaktivitou či interaktivitou pri riešení, podľa [1]. Za interaktívnu úlohu sme v tomto výskume považovali úlohu, ktorá (1) súťažiacim priamo umožňuje nejakým spôsobom vytvoriť riešenie (program, cestu...), alebo (2) toto riešenie dopĺňajú o viac ako jednu informáciu (doplnenie príkazov, hodnôt), alebo (3) umožňujú viacnásobnú odpoveď, alebo (4) priamy výber z väčšieho množstva odpovedí.

V našom systéme máme aj úlohy, ktoré obsahujú vstupný riadok, tie sme z tohto výskumu vylúčili, keďže takéto úlohy majú neobmedzené množstvo odpovedí, a ako ukazuje aj [11], ich analýza je náročná. Celkovo sme takto identifikovali 5 interaktívnych úloh v kategórii Junior a 5 úloh v kategórii Senior. Dve z týchto úloh boli rovnaké (alebo skoro rovnaké) v oboch kategóriách.

Následne sme pre každú z úloh analyzovali odpovede súťažiacich podľa ich početnosti. Pre každú z častých (cca 10 najpočetnejších, ďalšie riešenie mali početnosť menej ako 1 %) odpovedí sme sa kvalitatívnou analýzou úlohy snažili dospieť k odhadnutiu toho, ako žiaci pri jej riešení mohli postupovať. Využívali sme pri tom kódovanie a následne sme vytvárali kategórie podobných typov chýb.

Úspešnosť týchto úloh vidíme v Tabuľke 1.

Tabuľka 1: Úspešnosť analyzovaných interaktívnych úloh

	Kvitnúca záhrada	Dobíjanie elekt.	Roboty v bludisku	Rodostrom		Najčastejšie aktivovaný segment		Skrát cestu	Zmenáreň	Chod'k pokladu
	J	J	J	J	S	J	S	S	S	S
# rôznych odpovedí	391	1852	275	24	23	28	28	874	589	767
správne (%)	22,98	23,79	37,01	49,07	58,99	11,99	14,41	30,12	36,01	6,38
nesprávne (%)	69,73	65,04	52,69	46,92	37,58	79,22	76,67	64,06	52,74	71,47
neriešili (%)	7,29	11,17	10,30	4,01	3,42	8,80	8,92	5,82	11,23	22,15
# súťažiacich	12 230	12 230	12 230	12 230	5 787	12 230	5 787	5 787	5 787	5 787

3 ÚLOHY A ICH ANALÝZA

3.1 Kvitnúca záhrada

V juniorskej kategórii bola úloha Kvitnúca záhrada (2025-CY-02) prvou skúmanou interaktívnou úlohou, zadanie je na Obrázku 1. V nej mali súťažiaci označiť 4 kvety kliknutím na ich názvy v tabuľke, ale interaktivita umožňovala označiť ľubovoľný počet. Tento typ interaktivity súťažiacim mohol uľahčiť riešenie, keďže vybrané kvety mali vizuálne odlišené. Najčastejšou odpoveďou bola správna (22,98 % súťažiacich), po nej nasledujúca najčastejšia nesprávna odpoveď (ambers, azália, floria, rozea – 7,73 % súťažiacich) zahŕňala kvety, ktoré dokopy kvitli 15 dní, ale v nejaké dni kvitli viaceré kvety naraz. Čiže nekvitli 15 za sebou nasledujúcich dní. Druhou najčastejšou nesprávnou odpoveďou bola odpoveď, v ktorej súťažiaci vybrali 4 kvety, ktoré mali najvyššie čísla v prvom stĺpci (elanea, minera, perlea, velana – 5,63 % súťažiacich). Medzi ďalšie chyby patrilo kvitnutie 14 dní, čiže tam mohla nastať nejaká numerická chyba. Alebo súťažiaci hľadali súčty dní kvitnutia v tabuľke, aby boli aspoň 15, no bez ďalšej kontroly.

Kvitnúca záhrada
 Ema má 9 rôznych druhov kvetov, do záhrady z nich môže zasadiť **4 druhy**. O každom druhu vie, koľko dní uplynie od výsadby do rozkvitnutia a počet dní kvitnutia, pozri tabuľku.
 Napr. floria začne kvitnúť pozajtra a bude kvitnúť dva dni, teda bude kvitnúť 2. a 3. deň po vysadení.
 Ema chce, aby **aspoň 15** po sebe nasledujúcich dní kvitlo v záhrade aspoň jeden druh. Kliknutím označ **4 druhy** kvetov, ktoré má **dnes** Ema zasadiť, aby to platilo.

názov kvetu	počet dní od výsadby do rozkvitnutia	počet dní kvitnutia
lunea	8	4
azalia	3	4
minera	10	2
ambera	4	3
perlea	13	3
elanea	13	4
rozea	3	6
velana	12	5
floria	2	2

Obrázok 1: Zadanie úlohy Kvitnúca záhrada (Správna odpoveď: lunea, rozea, velana, floria)

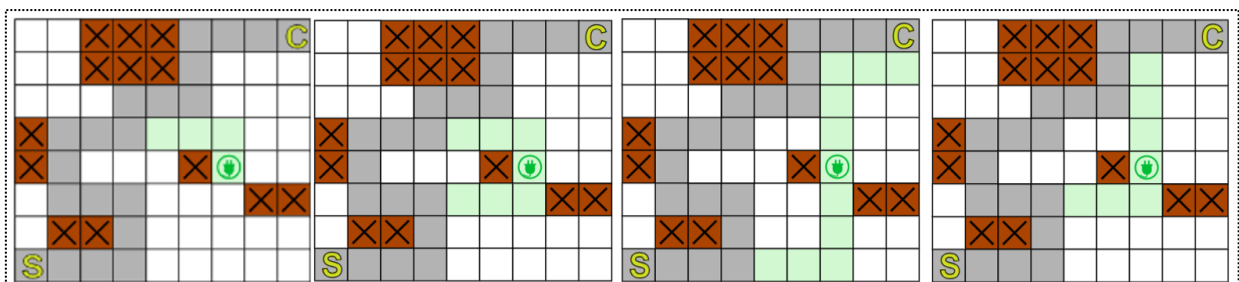
3.2 Dobíjanie elektromobilu

Ďalšou úlohou je úloha Dobíjanie elektromobilu (2025-SK-07), v ktorej mali súťažiaci označiť odbočku k nabíjacej stanici, pozri Obrázok 2. Kliknutím sa dali označiť všetky biele štvorčky, interaktivita tak umožňovala priamo interagovať s plochou a zároveň uľahčovala vizualizáciu riešenia. Súťažiaci vytvorili 1 852 rôznych riešení. Najčastejšie riešenie bola správna odpoveď (23,79 % riešení). Najčastejšou nesprávnou odpoveďou bolo vytvorenie dvoch odbočiek k nabíjačke, na Obrázku 3 druhé zľava (3,99 % riešení). Toto riešenie by mohlo byť vnímané ako správne, keďže auto dosiahne cieľ pôvodnou cestou aj pri takto navrhnutých odbočeniach – v úlohe však bolo slovo „odbočku” (t.j. jednu). Veľmi často súťažiaci vytvárali alternatívnu cestu, ktorá viedla cez nabíjajúcu stanicu, čo ale nerešpektovalo zadanie (napr. posledné dve odpovede na Obrázku 3). Vyskytli sa aj odpovede, v ktorých mali súťažiaci vytvorenú jednu odbočku k nabíjacej stanici, no elektromobil by potreboval viac ako 15 krokov, aby sa dostal k nabíjacej stanici, či z nej do cieľa.

Dobíjanie elektromobilu
 Malý elektromobil prejde na úplné nabitie maximálne 6 „krokov“ na mape. Ak auto potrebuje prejsť dlhšiu vzdialenosť, musíme naplánovať **odbočku k nabíjacej stanici**. Po nej auto prejde k nabíjacej stanici, nabije sa a **vráti sa na rovnaké políčko**, z ktorého odbočilo.
 Na obrázku vidíme, ako môže auto prejsť **naplánovanú trasu** (sivé políčka). Číslo na každom políčku označuje, koľko energie auto ešte má. Všimni si, že auto z políčka, na ktorom malo energiu už iba na 3 kroky, odbočilo k nabíjacej stanici (zelené políčko) a vrátilo sa na rovnaké políčko trasy s energiou na 4 kroky, ktorá mu už vystačila do cieľa.

Veľký elektromobil dokáže na úplné nabitie prejsť maximálne **15 krokov**.
 Klikni na biele štvorce a vytvor **odbočku** k nabíjacej stanici tak, aby auto začínalo na **štarte S** a mohlo dosiahnuť **cieľ C**.

Obrázok 2: Zadanie úlohy Dobíjanie elektromobilu (Správna odpoveď: na Obrázku 3 vľavo)






Obrázok 3: Odpovede v úlohe Dobíjanie elektromobilu (zľava: správna, dve odbočky, cesta cez nabíjačku, iná cesta cez nabíjačku)

3.3 Roboty v bludisku

V kategórii Junior bola interaktívna aj úloha Roboty v bludisku (2025-HU-01b). Súťažiaci vytvárali ťahaním troch príkazov program, ktorý mal doviest' roboty do cieľa, vid'. Obrázok 4. Tento typ interaktivity nahrádza papier a pero, keď súťažiaci mohli pred sebou vidieť navrhnutý program (ten si ale nevedeli spustiť), a tiež zamedzuje preklepom či syntaktickým chybám, ak by mali príkazy písať. Programoval sa relatívny pohyb robota (dopredu – D, otoč sa vpravo o 90° – P, otoč sa vľavo o 90° – L). Správna odpoveď bola DLDDL (37,01 %). Ako sme predpokladali, najčastejšie sa súťažiaci pomýlili v otočení – výrazne viac v druhom (DLDPD) ako prvom (DPDDL) otočení (12,02 % ku 3,36 %). Medzi častými odpoveďami boli aj odpovede, ktoré boli kratšie ako päť príkazov (napr. DLD), v týchto odpovediach predpokladáme, že súťažiaci si mohli myslieť, že program sa bude do nekonečna opakovať. Tiež sa objavili aj odpovede, kde pohyb dopredu bol viackrát za sebou (napr. DDDL v 1,57 % prípadov), čiže očakávame, že súťažiaci neporozumeli pohybu po prekážku. Pri odpovediach, v ktorých sú za sebou L a P, zas môžeme predpokladať, že sa snažili úlohu riešiť absolútnym pohybom.

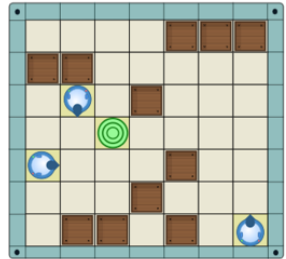
Roboty v bludisku

Miriam rada hrá počítačové hry s bludiskami. Hry obsahujú hraciu dosku s prekážkami . Cieľom hry je pripraviť program pre robot  tak, aby sa dostal do cieľa .

Robot pozná pokyny:

- **chod dopredu** - robot sa pohne v smere, ktorým je natočený a pokračuje, až kým **nenarazí na prekážku** alebo cieľ,
- **otoč sa o 90 stupňov vľavo**,
- **otoč sa o 90 stupňov vpravo**.

Miriam chce vytvoriť program pre bludisko na obrázku, ktorým sa dostanú **do cieľa všetky tri roboty** s použitím **čo najmenšieho** počtu pokynov. Všimni si, že roboty začínajú na rôznych miestach a sú natočené rôznymi smermi.



Ťahaj pokyny a vytvor program pre všetky tri roboty.
Predpokladaj, že roboty sa nikdy nezrazia.

chod dopredu

otoč sa o 90 stupňov vľavo

otoč sa o 90 stupňov vpravo

Obrázok 4: Zadanie úlohy Roboty v bludisku (Správna odpoveď: DLDDL)

3.4 Rodostrom

Ďalšou analyzovanou úlohou je úloha Rodostrom (2025-DE-07). Táto úloha bola identická v oboch skúmaných kategóriách. Jej zadanie je na Obrázku 5. Súťažiaci mali za úlohu doplniť na tri miesta kartičky „otec“ a „matka“. Každá z kartičiek mohla byť použitá ľubovoľne veľa krát. Tento typ riešenia odstraňuje možnosť preklepov (keby súťažiaci odpoveď písali) a zároveň pomáha riešiť úlohu „odzadu“.

Správnou odpoveďou malo byť „otec(matka(matka(Daniel)))“, bola to aj najčastejšia odpoveď (Juniori: 49,07 % a Seniori: 58,99 %). Zaujímavé je, že šesť najčastejších nesprávnych odpovedí je v rovnakom poradí (podľa počtu výskytov) v oboch kategóriách. Druhou najčastejšou odpoveďou bola odpoveď s jednou chybou „otec(matka(otec(Daniel)))“ (Juniori: 12,49 % a Seniori: 10,07 %). Táto chyba mohla nastať pri zlom čítaní grafu. Medzi odpoveďami sa často vyskytovalo aj opačné poradie (odpoveď „matka(matka(otec(Daniel)))“ (Junior: 8,09 % a Seniori: 6,58 %). Výsledky naznačujú, že nielen spôsob zápisu bol pre mnohých súťažiacich náročný, ale mnohí mohli mať problém aj s orientáciou v rodostrome a priradenie vzťahov.

Rodostrom

Bobri Anna a Daniel našli obrázok svojho rodokmeňa, pozri obrázok. Všimni si, že bobrice majú maše a bobří muži čiapky a že šípka vedie od rodičov k deťom.

Anna sa rozhodla prepísať rodokmeň pomocou zápisov:

- **otec(X)** znamená „otec bobra X“
- **matka(X)** znamená „matka bobra X“

Napríklad ak chceme zistiť, kto je matkou otca Anny, môžeme to zapísať takto:

- **matka(otec(Anna)) = matka(Boris) = Kristína**

Anna zistila, že majú s Danielom rovnakého predka.
 Ťahaním kartičiek doplň chýbajúce informácie o ňom:

otec (matka (Anna)) =
 = (((Daniel)))
 otec matka

Obrázok 5: Zadanie úlohy Rodostrom (Správna odpoveď: otec(matka(matka(Daniel))))

3.5 Najčastejšie aktivovaný segment

Druhou skúmanou úlohou, ktorá sa tiež vyskytla v oboch kategóriách, bola úloha Najčastejšie aktivovaný segment (2025-CZ-06), zadanie je na Obrázku 6, pri označovaní segmentov budeme používať označenie na Obrázku 7. Interaktivita spočívala v kliknutí na konkrétny segment – vďaka tomu sme nemuseli používať inú reprezentáciu segmentov, čo by mohlo zvýšiť náročnosť. Myslíme si, že napriek tomu bol v tejto úlohe potrebný papier a pero. V tejto úlohe sme pre kategóriu Juniori pridali jednu vetu do zadania: „Uvedom si, že najčastejšie sa zrejme menia minúty, čiže posledná číslica vpravo.“ Náročnosť úlohy to nezmenilo.

Táto úloha bola veľmi náročná a správny segment označilo iba 14,41 % Seniorov a 11,99 % Juniorov. Najčastejšou nesprávnou odpoveďou v oboch kategóriách bol segment, ktorý je najčastejšie zapnutý – segment 4C (Juniori: 33,41 % a Seniori: 26,12 %). V zadaní nie je explicitne povedané, ako sa správajú hodiny pri zmene času a ktoré segmenty sa v nich menia. Takáto chyba tak mohla vzniknúť dvoma spôsobmi – súťažiaci si neprečítali, že sa pýtame na to, koľkokrát daný segment prejde zo stavu vypnutý do zapnutý a riešili úlohu, koľkokrát je segment zapnutý. Alebo si mohli myslieť, že všetky segmenty sa pri každej zmene času vypnú a znovu zapnú.

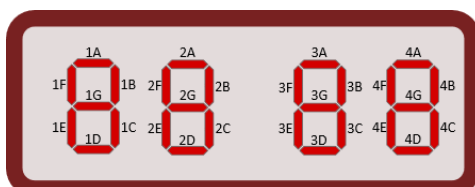
V tejto úlohe sa vyskytli všetky odpovede. Odpoveď, ktorou je správny segment v zlej číslici (v prvej číslici hodín 1E), volili oveľa častejšie Seniori (6,8 %), v Junioroch možno pomohla doplňujúca veta, lebo tento segment volili iba v 2,1 % prípadov. Rovnako to platí aj pre najčastejšie zapnutý segment v prvej číslici (1C). A naopak, iné segmenty v poslednej minútovej číslici volili výrazne častejšie Juniori ako Seniori.

Najčastejšie aktivovaný segment

Štandardné digitálne hodiny, ktoré sa menia každú minútu, zobrazujú čas pomocou štyroch číslic. Každá číslica obsahuje 7 svetelných segmentov. Číslice sú pomocou segmentov reprezentované tak, ako vidíš na obrázku:

Segmenty sa opotrebovávajú pri každej aktivácii, teda pri prepnutí z **vypnutého do zapnutého** stavu. Segment, ktorý sa aktivuje najčastejšie, bude potrebné vymeniť ako prvý.
 Kliknutím označ jeden z 28 segmentov, ktorý musí byť nahradený ako prvý.

Obrázok 6: Zadanie úlohy Najčastejšie aktivovaný segment (Správna odpoveď: 4E podľa Obrázka 7)



Obrázok 7: Označenie segmentov

3.6 Skrát' cestu

V kategórii Senior bola medzi interaktívnymi úlohami aj úloha Skrát' cestu (2025-SK-14). Súťažiaci pomocou kartičiek vyskladali pokyny, ktorými vedú skrát' zadanú cestu, vid'. Obrázok 8. Oproti vstupnému riadku sa tu minimalizovali preklepy a riešenie sa dalo vytvárať postupne. Interaktivita však neodstránila potrebu nakresliť si (či inak vizualizovať) zadanú cestu. Najčastejšou odpoveďou bola správna 2H 3P 2D (30,12 % súťažiacich). Najčastejšou nesprávnou odpoveďou bola odpoveď 2H 2P 1D (9,26 % súťažiacich), zaujímavé je, že ide o rovnakú odpoveď ako je v ukázkovom príklade. Predpokladáme, že časť súťažiacich si nemusela všimnúť, že majú skracovať inú cestu, niektorí možno nečítali celé vysvetlenie a našli najviac skrátenu cestu pre ukázkový príklad. Časť takýchto odpovedí však mohla súvisieť aj s riešením zadanej cesty, aby sa dostali k takejto odpovedi, museli by spraviť dve chyby. Ďalšie odpovede ukazujú, že súťažiaci si neuvedomili fakt zo zadania, že môžu skracovať iba cesty, ktoré priamo susedia (odpoveď 1H 3P 1D (5,62 % súťažiacich) a odpoveď 3P (5,3 %)). Až po nich nasleduje „správna odpoveď s jednou chybou“ – 2H 3P 1D (4,58 % súťažiacich). Zvyšné odpovede majú výskyt menej ako 1,19 %.

Skrát' cestu

Na obrázku vidíme čiernymi šípkami vyznačenú cestu zo štartu (Š) do cieľa (C), ktorá má **11 krokov**.
 Cestu môžeme zapísať postupnosťou príkazov **H** (hore), **P** (doprava), **D** (dole), **L** (doľava) a čísel, ktoré určujú počet krokov daným smerom.
 Cesta na obrázku je zapísaná takto:
4H 2P 1D 1L 1D 1P 1D

Ak cesta vedie po políčkach, ktoré **navzájom susedia** niektorou svojou stranou, môžeme túto cestu **skrát'iť**.
 Napr. ak po kroku 3 použijeme krok označený **červenou** šípkou a potom budeme pokračovať po pôvodnej ceste (čiernymi šípkami), skrátaná cesta tak bude mať **7 krokov**.
 Ale ak po kroku 2 použijeme **modrú** šíпку a ďalej budeme pokračovať pôvodným krokom 10, skrátaná cesta má iba **5 krokov**.
 Táto cesta je **najviac skrátaná** pôvodná cesta, jej zápis je **2H 2P 1D**.

Máme takúto cestu: **2H 3P 1H 3L 1H 4P 3D 1L 1D**

Ťahaním kartičiek k nej zapíš čo **najviac skrátenu** cestu.

1

2

3

4

H

P

L

D


Obrázok 8: Zadanie úlohy Skrát' cestu (Správna odpoveď: 2H 3P 2D)

3.7 Zmenáreň

Ďalšou interaktívnou úlohou bola úloha Zmenáreň (2025-LT-02), kam mali súťažiaci na štyri miesta v tabuľke dopísať najmenší počet konárov, ktoré vedú získať za mince s danou hodnotou, vid'. Obrázok 9. Súťažiaci dopĺňali čísla priamo do tabuľky, a interaktivita tak priamo vyzývala na rozdelenie na štyri čiastkové problémy. Správne riešenie 3-2-3-3 vytvorilo 36,01 % súťažiacich. Najčastejšou nesprávnou odpoveďou (ktorá sa ale vyskytla menej často, 9,38 %, ako neodpovedanie – 11,23 %) bola odpoveď 3-4-5-6. Na prvý pohľad sa môže zdať, že súťažiaci iba vpísali náhodné za sebou idúce čísla, ale myslíme si, že môžu existovať dve vysvetlenia. Prvé je, že žiaci predpokladali, že využívame greedy algoritmus – berieme najväčšiu hodnotu a potom dodávame do zvyšku menšie. Číže $15 = 13 + 1 + 1$, $16 = 13 + 1 + 1 + 1$ atď. (Tak vzniklo aj číslo v ukázkovom príklade.) Druhým vysvetlením môže byť, že žiaci hľadali pravidlo opakovania postupnosti – (1-2-3-4-5)-1-2-(1-2-3-4)-2-(1-2-3-4-5-6).

Zmenáraň

V zmenárni vymieňajú mince za rôzne veľké konáre. Aby bobor nemusel niesť veľa konárov, za mince mu dajú **čo najmenej** konárov.
 Na obrázku vidíš, aké konáre dostane bobor za príslušný počet mincí.
 Môžeš predpokladať, že v zmenárni majú neobmedzenú zásobu konárov každej veľkosti.



Napr. Za 11 mincí dostane **najmenej 4** konáre tak, že za 8 mincí dostane **1 konár** a za zvyšné 3 mince dostane **3** najmenšie konáre (každý za 1 mincu).

V tabuľke sú už vyplnené hodnoty pre **najmenej** konárov pre jednu až štrnásť mincí.
 Dopíš do nej **najmenej** konárov, ktoré vymenia za **15, 16, 17 a 18** mincí.

mince	1	2	3	4	5	6	7	8	9
konáre	1	2	3	4	5	1	2	1	2
mince	10	11	12	13	14	15	16	17	18
konáre	3	4	2	1	2				

Obrázok 9: Zadanie úlohy Zmenáraň (Správne odpovede: 3 2 3 3)

Ďalšie časté chyby obsahovali chyby v jednej z hodnôt. Často existovalo aj dané rozloženie tohto čísla na daný počet konárov, no nebolo to najmenšie. Odpoveď 3-2-3-2 (2,07 % odpovedí) však toto nespĺňa, keďže neexistuje súčet dvoch z daných čísel, ktorý by sa rovnal 18. Tu predpokladáme, že išlo o numerickú chybu, alebo preklep v poslednej vpisovanej hodnote.

V tejto úlohe sa mohli vyskytovať aj kombinácie chýb, a hoci sa v nej využíva jednoduchá matematika na úrovni prvého stupňa ZŠ, ani žiaci stredných škôl nie sú imúnni voči rôznym numerickým chybám.

3.8 Chod' k pokladu

Podobne ako v predchádzajúcej úlohe, aj v úlohe Chod' k pokladu (2025-DE-10) súťažiaci dopĺňali tri vstupy do programu, viď. Obrázok 10. Táto úloha bola náročná, súťažiacich, ktorí neodpovedali (22,15 %), bolo výrazne viac ako tých, ktorí odpovedali správne 9, C, 3 (6,38 %). Najčastejšou (a zároveň aj najčastejšou nesprávnou) odpoveďou bola odpoveď 5, B, 3 (11,18 % súťažiacich), ktorá by mohla byť doplnená na správnu, ale potrebovali by sme viac príkazov, ako máme k dispozícii. Takýchto typov odpovedí bolo viac (spolu asi 7,2 %). Najčastejšou inou chybou bolo, že si súťažiaci neuvedomili, že niektoré dvere sú v nejakej minúte zatvorené – hľadali spoločné násobky/delitele.

Chod' k pokladu

Bobor Jones je v nebezpečnej pyramíde, ktorá má veľa hrôzostrašných chodieb. Na konci každej chodby je obrovský poklad. Jones chce byť pri poklade čo najskôr. V každej chodbe chráni poklad rad blokov. Na začiatku sú všetky bloky spustené dole. Akonáhle niekto vojde do chodby, bloky v nej sa začnú periodicky hýbať. Blok s periódou 2 sa po dvoch minútach zdvihne a po ďalších 2 minútach padne dole, atď.

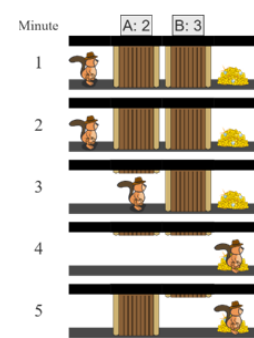
V príklade na obrázku sú v chodbe dva bloky označené A a B, s periódami 2 a 3. Na obrázku je situácia od **prvej** po **piatu** minútu od príchodu Jonesa.

Aby Jones dosiahol poklad čo najskôr, čaká 2 minúty, ide pod zdvihnutý blok A, čaká ďalšiu minútu, ide pod zdvihnutý blok B a poklad dosiahol po 3 minútach.

```
wait (2)
goto_block(A)
wait (1)
goto_treasure
```

Jones postupoval akoby podľa tejto postupnosti inštrukcií:
 Jones mohol dosiahnuť poklad rovnako rýchlo, ale **kratšou postupnosťou** inštrukcií.

```
wait (3)
goto_treasure
```



Ďalšia chodba má štyri bloky s periódami 3, 5, 8, a 4.

```
wait( )
goto_block( )
wait( )
goto_treasure
```

Na chýbajúce miesta doplň chýbajúce počty minút a názov bloku tak, aby sa Jones dostal **najrýchlejšie** k pokladu.

Obrázok 10: Zadanie úlohy Chod' k pokladu (Správne odpovede: 9 C 3)

Uvedomujeme si, že samotná úloha bola náročná – obsahovala dlhý text, programovacie príkazy, ktoré nie sú úplne bežné pre žiakov SŠ, a tiež aj potrebu porozumieť periodickému otváraní a zatváraní blokov. Chyby tak mohli nastať v rôznych častiach riešenia.

4 ZÁVER

Naša analýza je prvým krokom k ďalšej práci. Takéto interaktívne úlohy dávajú spätnú väzbu pre autorov úloh, keď vďaka analýze riešení zistíme, aké rôzne miskoncepce môžu mať žiaci, ale aj tým, čo boli náročné miesta zadania – čo žiaci nevideli, nerozumeli, alebo zabudli. Uvedomujeme si, že súťažiaci sú v súťaži pod časovým stresom, preto často nečítajú dôkladne dlhšie texty, orientujú sa iba podľa vyznačených častí, alebo si zadanie neprečítajú viackrát. A to má často negatívny vplyv na ich úspešnosť. Taktiež aspekt tipovania odpovede dáva pri interaktívnych úlohách priestor pre náhodné odpovede, ktoré nijako nesúvisia so zadáním, zatiaľ čo pri bežných úlohách s výberom zo 4 možností, nevieme odlišiť súťažiacich, ktorí sa pomýlili, od tých, ktorí možnosť zvolili tipovaním.

Medzi najčastejšie nesprávne odpovede môžeme zaradiť práve také, kde súťažiaci nečítali s porozumením a zabudli na nejaký podstatný aspekt úlohy (napr. že kvety majú kvitnúť za sebou, majú vytvoriť 1 odbočku, skrátit cestu vieme iba o susediace políčka a pod.). Úlohy v stredoškolských kategóriách majú dlhšie zadania a väčšinou viac ako jedno pravidlo, ktoré majú súťažiaci brať do úvahy. Časté chyby sú spôsobené práve tým, že niektoré z pravidiel neaplikujú. Veľmi obmedzený čas na riešenie každej úlohy neumožňuje vykonať dôslednú kontrolu výsledného riešenia.

Úlohy, v ktorých sa žiaci stretávajú s dvoma, pre nich možno nie úplne známymi, reprezentáciami (ako bola úloha Rodostrom, či Chod' k pokladu) – môže podnietiť chybovosť v rôznych smeroch. A nie je vždy priamo jasné, či súťažiaci nevedeli prečítať informácie z rodostromu, alebo ich nevedeli zapísať do pripravených príkazov. Respektíve, či žiaci neporozumeli tomu, ako fungujú príkazy pre bobra Jonesa, alebo neporozumeli tomu, ako sa otvárajú a zatvárajú dvere.

Ukazuje sa však, že cesta od odpovede k porozumeniu tomu, ako ju žiaci vytvorili, nie je vždy jednoduchá. Mnohé úlohy môžu mať úskalía, ktoré si nevšimne ani veľa odborníkov. Príkladom je skúmaná úloha Najčastejšie aktivovaný segment, ktorú sme v nezmenenej podobe prevzali z medzinárodnej databázy. V úlohe nie je explicitne spomenuté, kedy sa prepínajú segmenty a kedy dochádza k ich aktivácií (či sa zapínajú iba vypnuté segmenty, alebo sa obnovujú každú minútu všetky). Tak sme súťažiacim neposkytli podstatnú informáciu, hoci ju možno všetci autori a editori považovali za jasnú – pre aktuálnu generáciu stredoškôľakov však už fungovanie digitálnych hodín nemusí byť intuitívne. Túto úlohu sa chystáme ďalej skúmať.

Naše zistenia, aj pri iných úlohách, otvárajú priestor ďalšiemu výskumu. Kvalitatívnym skúmaním so žiakmi by bolo možné zistiť, ako súťažiaci k jednotlivým odpovediam dospeli a čo ich k nim viedlo. Zároveň by to žiakom umožnilo viac sa sústrediť na riešenie úlohy bez veľkého časového stresu a tak by bolo možné vidieť aj to, ako rozumejú infromatickému konceptu za úlohou. Z našich skúseností môžeme predpokladať, že samotný infromatický koncept je v úlohe viditeľný nie priamo počas súťaže, ale až po nej, keď si súťažiaci úlohy spätne pozrú, či prečítajú vysvetlenia k úlohám.

Zistenie, čo presne súťažiacim spôsobuje problémy, pomáha pri tvorbe, preklade, či výbere ďalších súťažných úloh, keďže budeme lepšie vedieť odhadnúť, čo sú problematické miesta takýchto úloh.

5 POĎAKOVANIE

Tento výskum je súčasťou projektu VEGA 1/0407/25. Ďakujeme.

6 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] ŠIAULYS, T., V. DAGIENĖ, Towards Classification of Interactive Non-programming Tasks Promoting Computational Thinking. In: Barendsen, E., Chytas, C. (eds) Informatics in Schools.

- Rethinking Computing Education. ISSEP 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 13057, Springer, DOI: 10.1007/978-3-030-90228-5_2
- [2] VANÍČEK, J., V. ŠIMANDL, V. DOBIÁŠ, Bebras Tasks Based on Assembling Programming Code. In: Bollin, A., Futschek, G. (eds) Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education. ISSEP 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13488. Springer, DOI: 10.1007/978-3-031-15851-3_10
- [3] DAGIENĖ, V., S. SENTANCE, G. STUPURIENĖ, Developing a Two-Dimensional Categorization System for Educational Tasks in Informatics, *Informatica* 28(2017), no. 1, s. 23-44, DOI 10.15388/Informatica.2017.119
- [4] VEGT, W. van der, How Hard Will This Task Be? Developments in Analyzing and Predicting Question Difficulty in the Bebras Challenge, *Olympiads in Informatics*, 2018, Vol. 12, s. 119–132, Vilnius University DOI: 10.15388/ioi.2018.10
- [5] BUDINSKÁ, L., K. MAYEROVÁ, Graph Tasks in Bebras Contest: What does it have to do with gender? In *Proceedings of the 6th Computer Science Education Research Conference ACM*, 2017, November, s. 83-90.
- [6] BUDINSKÁ, L., K. MAYEROVÁ a M. WINCZER, Gender Differences in Graph Tasks - Do They Exist in High School Bebras Categories Too? ISSEP 2018, s. 295-306. Lecture Notes in Computer Science, vol 11169. Springer, ISBN 978-3-030-02749-0
- [7] DOBIÁŠ, V., V. ŠIMANDL a J. VANÍČEK, Number of program builds: Another criterium for assessing difficulty of a programming task? *Informatics in Education* 23(2024), no. 3, s. 525-540, DOI 10.15388/infedu.2024.23
- [8] TOMCSÁNYIOVÁ, M., Konečný automat a Turingov stroj v úlohách súťaže iBobor, zborník konf. DIDINFO 2025, s. 65-73, ISBN 978-80-557-2249-8
- [9] BUDINSKÁ, L., M. WINCZER, Porovnanie abstraktných úloh v stredoškolských kategóriách súťaže iBobor, zborník konf. DIDINFO 2021, s. 55-58, ISBN: 978-80-557-1823-1
- [10] BUDINSKÁ, L., M. WINCZER, Figúrky na šachovnici – analýza riešení abstraktnej úlohy zo súťaže iBobor, zborník konf. DIDINFO 2025, s. 40-47, ISBN 978-80-557-2249-8
- [11] BEZÁKOVÁ, D., A. HRUŠECKÁ, Analýza riešení úlohy Spracovanie reťazcov zo súťaže iBobor, zborník konf. DIDINFO 2025, s. 13-21, ISBN 978-80-557-2249-8

Zapojení informatické soutěže do přípravy budoucích učitelů

Involving a computing contest in the training of future teachers

Jiří Vaníček

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta

Jeronýmova 10

37115 České Budějovice

Česko

vanicek@pf.jcu.cz

EXTENDED ABSTRACT

One of the forms of training of computing teachers at our department is participation in the preparation of an informatics challenge. As an important component of their studies, we perceive familiarization with the computer science content of the curriculum and with computing tasks as its cornerstones. So-called Bebras tasks cover one of three important groups of school computing activities: problem programming tasks, projects and creative activities, short situational tasks.

As the National Bebras organizer, we use Bebras tasks in the preparation of computing teachers in several ways: First, they solve and discuss the solutions and the relationship of the task to the computer science and the components of computational thinking, later they try to invent such a Bebras task, as testers they check the test tasks, select and present the tasks and determine their educational goals, participate in the localization and editing of the tasks for the national challenge, create their own interactive and programming tasks (Fig. 1), compile tests from a series of grading tasks.

As an example of good practice, we present a student project in which computing teacher students prepared, implemented and reflected on an online programming test for the lower-secondary school as part of their didactics lessons. The project, implemented in the spring of 2025, was attended by 14 students of the 4th year of the computing teacher training program for the lower-secondary school.

After getting acquainted with the task editing environment and writing programming task assignments using parameters in a task template, students first created their own Logo-like programming task (Fig. 2), reviewed them with each other, corrected and polished them and then choose the best for the use in the test. They then divided into groups according to the role they played in the project: Task Set Builder, Programmable Sprite Graphic Designer, Task Wording and Story Creator, Task Controller, AI Illustrator and Finalizer.

The resulting test contained 8 tasks that were connected by a story of a farmer (Fig. 3) with a programmable combine harvester who helps an alien repair the computer of his spaceship and return him home.

The test was offered to Czech schools and was played by 26,126 pupils in June 2025. The data obtained on the correctness of the answers and the number of attempts to create a program for each task by each participant (Fig. 4) subsequently allowed the students to analyze the difficulty of individual tasks (Fig. 5, 6) and correct gradation of tasks and subsequently assess what was the cause of the poor choice of the order of some tasks in the test (Fig. 7). For example, in tasks 2 and 3, they considered whether using a rotation other than a right angle was more difficult than moving the sprite to the next row.

The participants also filled out a questionnaire on the difficulty and popularity of the tasks and the story (Fig. 8) that were also analyzed. Thus, the students managed to go through a number of teacher competencies in one project.

Keywords

Computing education, teachers training, project oriented education, Bebras Challenge.

ABSTRAKT

Jednou z forem přípravy učitelů informatiky na našem pracovišti je podíl na přípravě informatické soutěže. Po úvodní typizaci školních informatických úloh ukážeme, na jakých aktivitách studenti rozvíjejí své učitelské kompetence v roli učitele jako tvůrce školního kurikula. Jako příklad dobré praxe pak představíme studentský projekt, v němž studenti učitelství informatiky v rámci výuky didaktiky připravili, realizovali a refletovali online test z programování pro 2. stupeň základní školy a jehož se zúčastnily tisíce dětí.

Klíčová slova

Didaktika informatiky, příprava učitelů, projektová výuka, Bobřík informatiky.

1 BOBŘÍ ÚLOHY A JEJICH MÍSTO VE VÝUCE INFORMATIKY

Předmět informatika se pro studenty, kteří se rozhodli pro pedagogickou dráhu, za dobu, co opustili základní školu, zásadně proměnil. Po tzv. malé revizi RVP v r. 2021 se původní uživatelsky a gramotnostně zaměřený předmět změnil směrem k porozumění, jak počítače a automatické zpracování digitálních dat funguje, a k rozvíjení informatického myšlení jako specifické složky schopností člověka éry vzdělávání [1]. Studenti tak z vlastní školní docházky neznají předmět informatika z pohledu, jaký budou učit.

Jako významnou složku přípravy učitelů informatiky vnímáme seznámení s informatickým obsahem učiva a tudíž s informatickými úlohami jako jeho základními kameny. Při práci s nimi si studenti dělají lepší představu, co informatika je za obor, propojují své znalosti z vysokoškolských kurzů diskretní matematiky, programování, principů počítačů a dalších předmětů s aplikacemi v podobě úloh zaměřených na porozumění konceptům, principům a seznámení s problémy, které informatika řeší. Učí se rozpoznávat cíle výuky, ke kterým daná úloha směřuje, a v důsledku sestavovat a hodnotit kurikulum, které realizují a reflektují v průběhu svých praxí na škole.

Školní informatické úlohy můžeme dělit na několik skupin:

- Problémové úlohy, typicky programovací
- Projekty a tvořivé aktivity
- Krátké, situační úlohy

Situační úlohy, často tematicky zdánlivě nesouvisející s počítači a informatikou, umístí řešitele do určité konkrétní situace, v ní vytýčí problémovou otázku a často nabízí výběr z odpovědí. Řešitel úlohy se musí v situaci zorientovat, porozumět hlavnímu konceptu nebo principu, který se v úloze vyskytuje, použít své informatické myšlení a rozhodnout o správnosti nabízených odpovědí [2]. Tyto úlohy svojí krátkou dobou k řešení a možností využít další moderní metody výuky jako diskuse vhodně doplňují tradiční úlohy programovací (sestav program, který vykoná ...) nebo tvořivé projekty (vytvoř počítačovou hru, sestav robota, který bude ...).

2 KDE VYUŽÍVÁME SOUTĚŽE BOBŘÍK PŘI PŘÍPRAVĚ UČITELŮ INFORMATIKY

V soutěži Bobřík informatiky [3] se krátké situační úlohy vyskytují a v průběhu 18 let, kdy je naše katedra pro soutěž připravuje, se osvědčily. O tom svědčí stále rostoucí zájem škol o tuto soutěž.

Práce s bobřími úlohami studentům umožňuje dostat se hlouběji do porozumění úlohy, než kdyby se pouze s hotovými úlohami seznamovali. Hledání chyb v úlohách vede k diskusím, vlastní vytváření nebo vylepšování vede k přesnějšimu vyjadřování a psaní zadání.

Studenti se s bobřími úlohami setkávají během navštěvování čtyř semestrů předmětu didaktika informatiky průběžně.

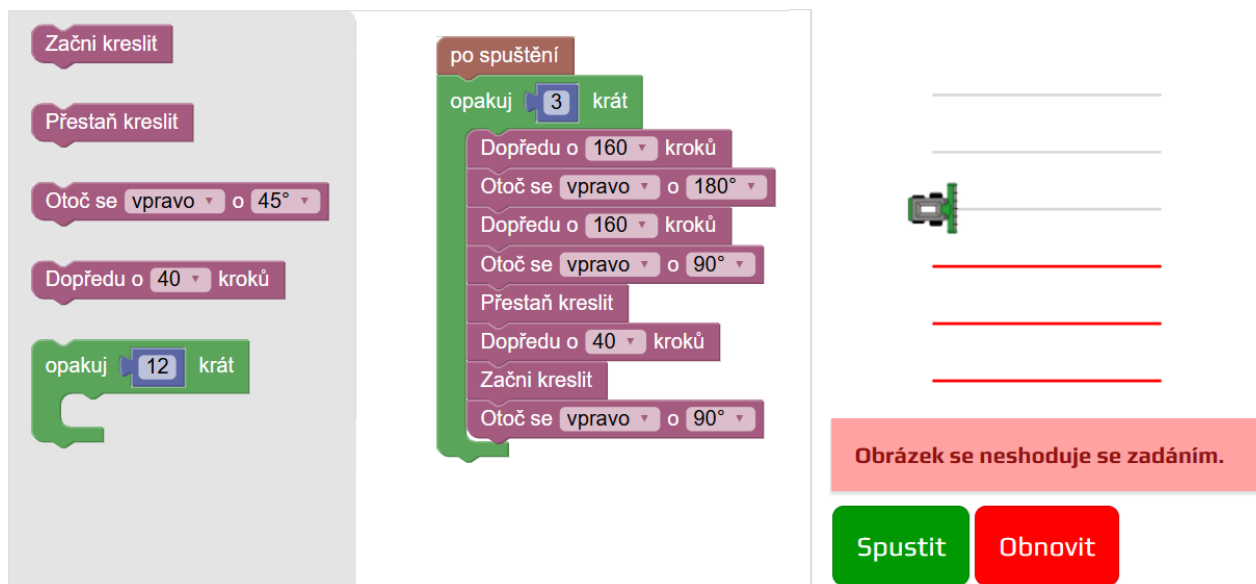
- Nejprve se s úlohami seznamují tím, že řeší soutěžní bobří test, diskutují nad řešeními a nad vztahem úlohy k informatice a složkám infromatického myšlení
- Pokouší se vytvořit takovou bobří úlohu a iterují její zadání podle kritérií [2]
- V roli iTesterů kontrolují soutěžní úlohy, hledají v nich chyby, navrhuji vylepšení, snaží se je „prolomit“
- Vybírají a prezentují úlohy z archivu soutěže na stanovené téma a určují vzdělávací cíl úloh
- Podílí se na lokalizaci a editaci soutěžních úloh, včetně interaktivních
- V šablonách interaktivních úloh vytváří vlastní úlohy včetně programovacích
- Sestavují testy ze série graduujících úloh

3 PŘÍKLAD DOBRÉ PRAXE: STUDENTSKÝ PROJEKT „FARMÁŘ“

Jestliže má učitel informatiky používat správné metody výuky, měl by se s nimi po dobu své žákovské kariéry seznámit. Než nastoupí na souvislou praxi na škole, měli by mít nějakou představu o moderních metodách výuky, které učebnice informatiky nabízejí. Např. u žákovského projektu je praktické vědět, jak funguje samoorganizovanost pracovního týmu, plánování práce, spolupráce, vztahy a role v pracovním týmu [4].

Naši studenti učitelství informatiky se ve většině s týmovou projektovou prací nesešli. Rozhodli jsme se proto zařadit do předmětu *Didaktika informatiky 3* projekt, v němž budou vyvíjet online test z programovacích úloh, který předloží školám k použití.

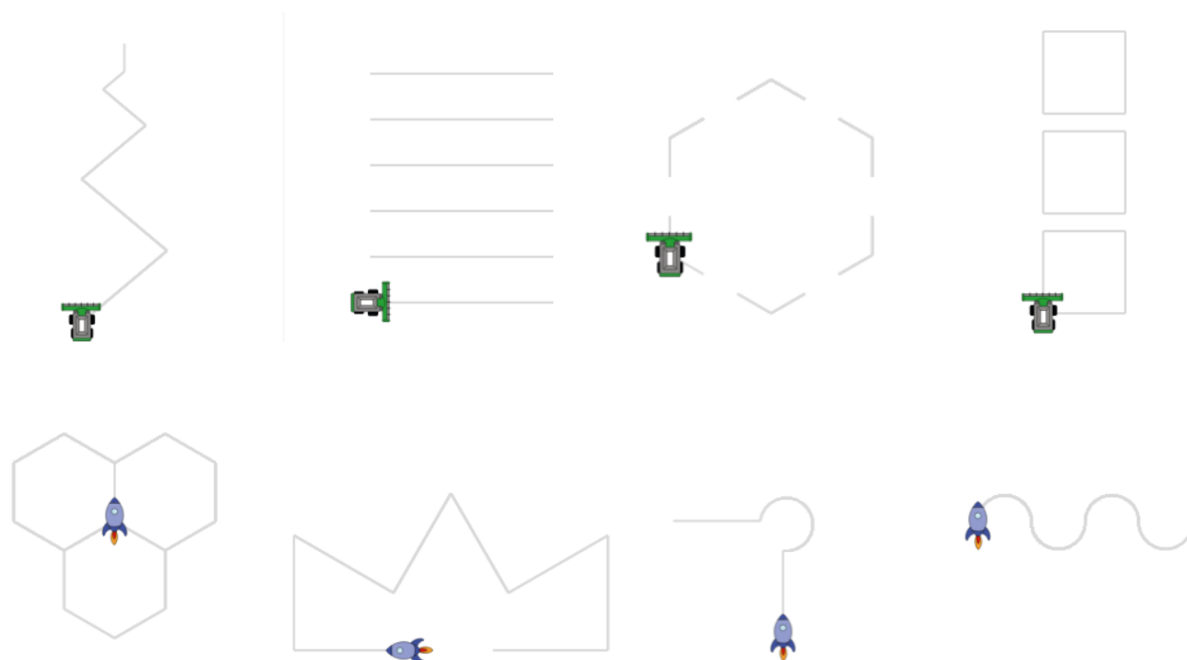
Příklad takové programovací úlohy, které studenti vymýšleli, najdete na obrázku 1. Pro tvorbu úloh jsme použili prostředí soutěže Bobřík informatiky, které obsahuje programovací šablony, v nichž lze řešit situační úlohy sestavením programu z bloků. V projektu použili konkrétní šablonu Želva, vycházející ze želví grafiky [5]. V této šabloně není třeba celou úlohu programovat, autor pouze zadává parametry, které šablona promítne do zadání (např. tvar kreslicího objektu, čáru, která má být nakreslena, sadu povolených bloků, omezení počtu použitých bloků v žákovském programu).



Obrázek 1: Úloha se zadáním naprogramovat kreslicí objekt tak, aby červeně obkreslil všechny šedé čáry na ploše.

Projekt realizovaného na jaře 2025 se účastnilo 14 studentů 4. ročníku studia učitelství informatiky pro 2. stupeň ZŠ na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity. Studenti se nejprve seznámili s tím, jak se v administrátorském prostředí soutěže vytvářejí a editují soutěžní úlohy a jak popsat programovací úlohu pomocí parametrů do jejího zadání.

Každý ze studentů nejprve navrhl dvě své originální úlohy. Každá úloha následně prošla oponenturou spolužáky. Autor úlohy následně vytvořil a popsal vzorové správné řešení se zdůvodněním a návodem, jak úlohu řešit. Úlohy, které se skupině líbily, byly zařazeny do užšího výběru pro použití v testu.



Obrázek 2: Tvary, jejichž nakreslení měli žáci v jednotlivých úlohách naprogramovat

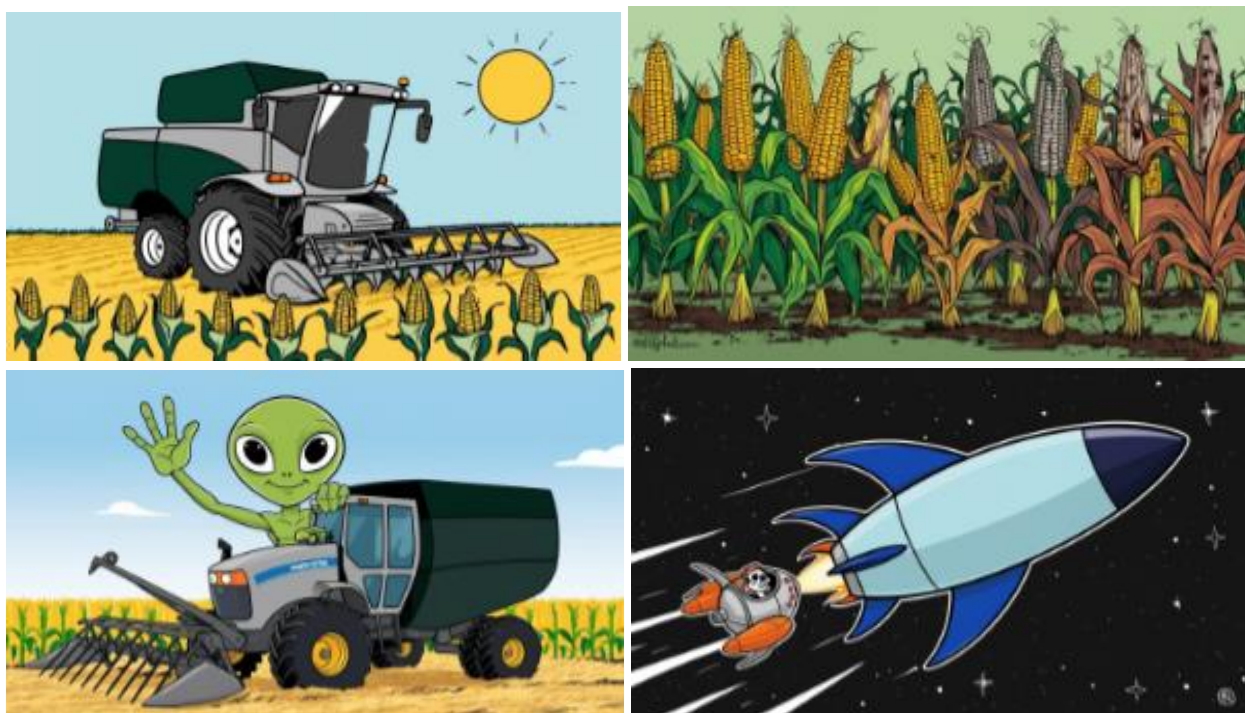
Následně byli studenti po dvou rozděleni do skupin podle rolí, které měli v projektu sehrát:

- *Sestavovatel sady* vybíral a řadil úlohy do testu tak, aby gradovaly a nebyly mezi nimi velké znalostní skoky. U nevhodných úloh dával autorům instrukce, co a jak předělat nebo zdůvodnění, proč jsou nevhodné. Měl také za úkol řídit tým, hlídat pokrok a návaznost v pracích.
- *Tvůrce zadání a příběhu* vymyslel příběh, který by procházel celým testem a propojoval seskládané úlohy. Podle příběhu následně doplnil nebo přepsal zadání jednotlivých úloh, aby byla v souladu s příběhem.
- *Grafik postavy* vytvořil grafiku všech programovaných postav, nakopíroval je do jednotlivých úloh a otestoval jejich vzhled. Protože šablona nemohla otáčet objekty na ploše, muselo se pro tutéž postavu vytvořit mnoho navzájem pootočených tvarů.
- *Kontrolor úloh* zkontroloval funkčnost úloh, správnost zadání úloh a zdůvodnění správnosti včetně gramatiky, autorům sdělil připomínky a zkontroloval jejich splnění. Sestavil z úloh test a ten si zahrál, připomínky směřoval ostatním.
- *AI grafik* ke každé úloze vytvořil s pomocí AI grafiku, která doplnila zadání, dokreslila téma úlohy a podpořila příběh. Grafika musela být jednotná, vkusná a nevelká.
- *Finalizátor* hotové úlohy přestěhoval z vývojového na ostrý soutěžní server a otestoval naposled, že vše je funkční a test lze hrát.

4 HOTOVÝ TEST A JEHO REALIZACE

Vytvořený programovací test obsahoval 8 úloh a předpokládal dobu řešení 40 minut. Jednotlivé úlohy gradovaly použitím bloku opakování, zapínáním a vypínáním pera, použitím jiných než pravých úhlů, vnořeným opakováním, vytvořením oblouku jako mnohoúhelníka (viz obrázek 2). Gradovaly také

náročností potřebného infromatického myšlení (dekompozice obrázku, hledání opakujících se vzorů v obrázku, sestavení algoritmu, který vyhoví omezením počtu použitelných bloků).



Obrázek 3: Ilustrace k programovacím úlohám, dokreslující příběh

Úlohy propojoval tento příběh (viz obrázek 3): Farmář má programovatelný kombajn, který se vždy musí naprogramovat, aby pracoval, jak je potřeba: dojel na pole, sklídlí pole, vysekal část úrody napadenou škůdci, sklídlí tři pole. Uprostřed příběhu příběh dostane impuls, neboť obrazec vysekaný do pole cizí vesmírná inteligence vyhodnotí jako mezgalaktické volání o pomoc a vyšle k farmářovi svoji vesmírnou loď. Farmář sice pomoc nepotřebuje, ale mimozemská loď při přistání poškodí svůj počítač a požádá farmáře o zapůjčení počítače z jeho kombajnu. Protože jej ale mimozemšťané neumí programovat, vezmou farmáře s sebou. Přichází další úkoly: zkalibrovat raketu, aktivovat hvězdné brány, vyhnout se vesmírným pirátům a letět po gravitační vlně.

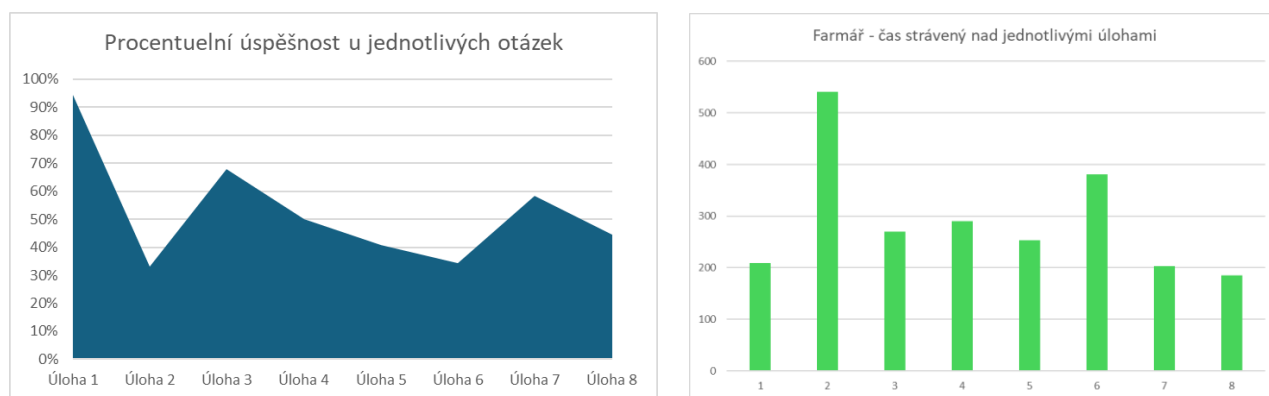
357494	5	0	-4	-4	-3	-1	-2	-4	-3	-5
357495	5	0	-16	-18	-12	-12	-5	24		
357496	3	0	-56	35						
357497	5	0	-12	-24	-5	21	-29	12		
357498	5	0	-11	-9	-1	-1	-1	4		
357499	3	0	-47	4	1	23	15	28		
357500	6	1	-13		-21	-7	-7	26		5
357501	5	0	-12	-27	-7	-20	-2	16		
357502	5	1	-7	25	-3	-8	-19	-11	-10	-8
357503	5	1	-11	-10	-2	13	-13	6		
357504	5	1	-9	11	-6		-6		-1	
357505	5	1	-7	-14	-2	-6	-4	-4	-6	-8
357506	5	0	-14	-9		-1				
357507	5	0	-5	21	-5	-4	11	-26	-1	
357508	5	1	-10	-31	-46	17	15	3	11	
357509	5	1	-14	22	-34	8	1	27	5	
357510	5	1	-10	-2	-2	-13	-4	-4		
357511	5	0	-1	6	-6	10	-18	19		
357512	5	1	-12	-11	-9	-13	-17			
357513	5	1	-15	-8	-6	-2	-6	-10	-7	-4

Obrázek 4: Ukázka dat získaných od řešitelů testu

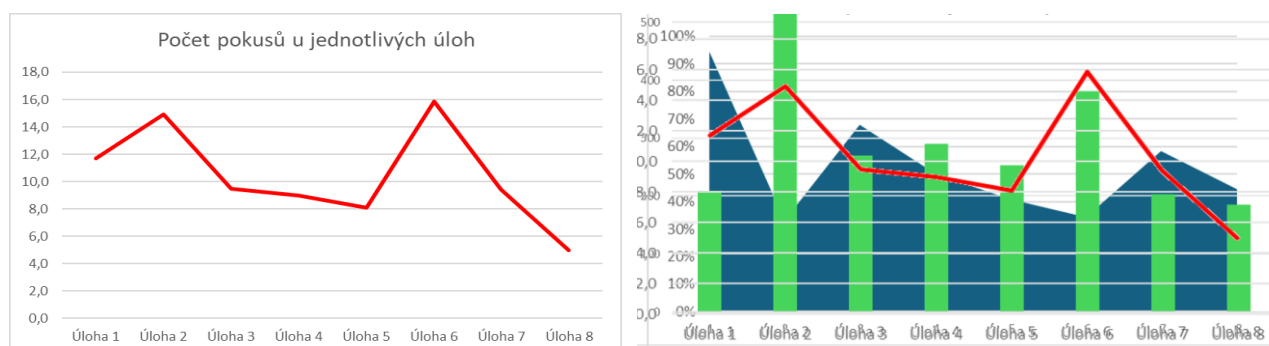
V červnu 2025 byl test nabídnut školám, které se účastní soutěže Bobřík informatiky. Školy mohly test libovolně využít během své výuky informatiky na konci školního roku.

Testem prošlo celkem 26 126 řešitelů. Žáci soutěžili anonymně. Od každého z řešitelů jsme kromě údajů o ročníku školní docházky a pohlaví získali údaje o tom, které úlohy vyřešil správně a také nakolikátý pokus, tedy kolikrát během řešení dané úlohy spustil svůj sestavený program, spolu časovými značkami. Ukázkou získaných dat, uspořádaných do tabulky, najdete na obrázku 4. Každý řádek představuje jednoho řešitele (jeho ID, ročník a pohlaví). Barevně podbarvená pole dávají informace o tom, jak si řešitel s úlohou poradil; každý sloupec patří k jedné úloze. Zeleně podbarvená pole znamenají, že řešitel úlohu nakonec vyřešil, červená znamenají neúspěch. Absolutní hodnoty čísel v podbarvených buňkách ukazují počet spuštění žakovského programu.

Velký počet respondentů poskytoval dostatek dat k provedení analýzy. K té došlo následně při výuce didaktiky informatiky na začátku dalšího semestru. Zjišťovali jsme procentuelní úspěšnost u jednotlivých úloh, čas, který strávili řešitelé nad jednotlivými úlohami (viz obrázek 5) a také počet pokusů o správné řešení u každé úlohy (viz obrázek 6).

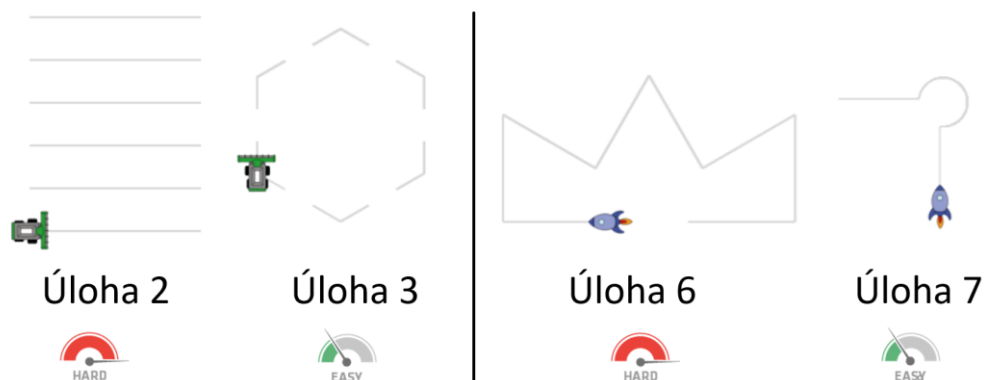


Obrázek 5: Procentuelní úspěšnost u jednotlivých testových úloh (vlevo); průměrný čas strávený nad řešením jednotlivých úloh (vpravo)



Obrázek 6: Průměrný počet pokusů – spuštění programu u jednotlivých úloh (vlevo); tři výše uvedené grafy položené přes sebe (vpravo)

Z grafů na obrázku 5 je vidět, že ne vždy se studentům podařilo sestavit plynule gradující sadu úloh; některé z úloh byly obtížné (úloha 2), některé zase příliš lehké (úloha 7). Studenti následně diskutovali, proč byly některé z úloh příliš lehké nebo těžké, v čem spočívala jejich obtížnost, kterou neodhadli. Na obrázku 7 jsou dvě dvojice úloh, které studenti v diskusi analyzovali, protože svojí obtížností vyšly obráceně, než předpokládali. U úloh 2 a 3 zvažovali, zda použití nepravých úhlů otočení je obtížnější než přesun objektu na další řádek. U úloh 6 a 7 diskutovali, zda odhalení, že všechny trny koruny mají stejné úhly, je náročnější než vytváření oblouku z krátkých úseček.



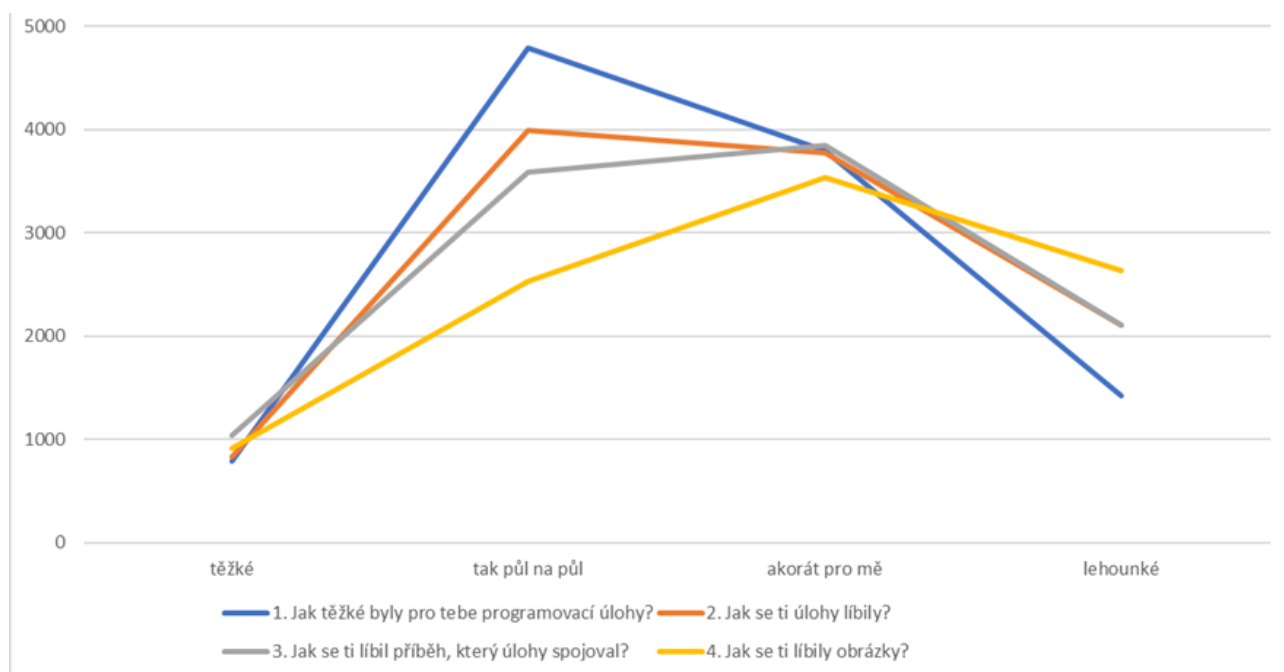
Obrázek 7: Posuzování příčin různé obtížnosti úloh

Dále je z grafů na obrázcích 5 a 6 patrné, že na úlohách, které byly obtížnější, použili řešitelé mnoho pokusů o spuštění programu a také spotřebovali více času. Tato závislost je dobře vidět na grafech položených na sebe na obrázku 6 vpravo. Takovýto výsledek je již obecným poznatkem, který by se vyplatilo zkoumat hlouběji, s použitím statistiky, a který by se dal prezentovat jako obecné zjištění výzkumu, který by mohl být realizován v rámci doktorského studia.

5 ZPĚTNÁ VAZBA

Poslední úlohou testu, kterou jsme přidali, byla jednoduchá anketa se 4 otázkami, jak byly programovací úlohy těžké, jak se žákům líbily úlohy, příběh a grafika. Žáci zaškrtovali odpovědi v Lickertově čtyřbodové škále (od těžké po velmi lehké nebo od nelíbí po hodně líbí).

Výsledky ukazuje graf na obrázku 8. Je vidět průběh odpovědí od negativních po pozitivní. Pokud je „hromada“ pod danou křivkou více vlevo, odpovědi jsou více negativní. Z toho lze rozpoznat, že žákům se programovací úlohy líbily více, než jejich obtížnost. Nejvíce se líbily obrázky k úlohám.



Obrázek 8. Výsledky ankety mezi řešiteli.

Studenti si v projektu mohli vyzkoušet práci učitele jako tvůrce kurikula, pracovat v týmovém projektu a nakonec analyzovat výsledky testu, který připravili. Přitom si mohli udělat rámcovou

představu o tom, jak vypadá pedagogický výzkum. Během realizace bylo poznat, že studenti jsou vtaženi do práce více než při jiných aktivitách předmětu (srovnatelně snad pouze s vlastními projekty v robotice).

Studenti si uvědomovali, že byli v projektu „hození do vody“, což byla pro některé z nich neočekávaná a ne zcela příjemná situace. Podobné tomu bylo i u organizace práce a zodpovědnosti za celkové dílo – někteří studenti nedostatečnou spoluprací jiných hůře nesli. Bylo také patrné, že si považovali, kolik dětí oslovili, a zajímali se velice o závěrečnou analýzu obtížnosti úloh.

Celkově hodnotíme přínos projektu pro přípravu učitelů informatiky jako pozitivní a hodláme v něm pokračovat. Programovací test *Farmář* je dostupný v archivu soutěže Bobřík informatiky nebo pod odkazem <https://www.ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2024/534> a lze si jej zahrát nebo využít při výuce.

6 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] 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. Online. Dostupné z: https://www.msmt.cz/file/54860_1_1.
- [2] DAGIENĚ, V., FUTSCHEK, G. 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. DOI 10.1007/978-3-540-69924-8_2.
- [3] DAGIENĚ, V. 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, 214–223. DOI 10.1007/978-3-540-69924-8_2.
- [4] HOLUBOVÁ, I. *Projektové vyučování ve škole i v mimoškolní praxi*. Portál, 2006.
- [5] ŠIMANDL, V., DOBIÁŠ, V., VANÍČEK, J. Programming tasks in the Bebras Challenge: Are they a good idea in terms of the contestants' workload? In: Pluhár, Z., Gaál, B. (eds.) *Informatics in Schools. Innovative Approaches to Computer Science Teaching and Learning. ISSEP 2024. Lecture Notes in Computer Science, vol. 15228*. Cham: Springer, 2024, 99–110. DOI:10.1007/978-3-031-73474-8_8.

Mezi estetikou a kódem: Hodnotící priority budoucích učitelů při posuzování projektů z programování

Between aesthetics and code: Evaluation priorities of pre-service teachers when assessing programming projects

Patrik Klofáč

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta Jeronýmova 10
371 15. České Budějovice
Česká republika
pklofac@pf.jcu.cz

Jan Pršala

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta Jeronýmova 10
371 15. České Budějovice
Česká republika
jprsala@pf.jcu.cz

EXTENDED ABSTRACT

The assessment of pupils' programming projects represents a complex didactic challenge, especially in the context of teaching computer science at the primary school level. Programming is currently becoming an increasingly common part of the primary school curriculum, and an important part of preparing future teachers is not only learning basic programming concepts but also developing the ability to meaningfully assess students' outputs. The assessment of pupils' programming projects cannot be reduced merely to evaluating the functionality of the resulting program, it is necessary to consider a broader spectrum of aspects such as solution strategies, program structure, creativity, and the comprehensibility of the resulting project.

This study focuses on analyzing the evaluation priorities of pre-service primary school teachers when assessing anonymized projects created in the Scratch environment. The research was conducted as part of a university course focused on introducing future teachers to programming and its didactics. At the end of the course, students created their own programming project and subsequently evaluated a peer's project through written comments. In total, 119 projects were analyzed.

The data were processed using thematic analysis supplemented by descriptive statistics. The analysis identified six main thematic categories that structure the assessment practices of future teachers. The results show that evaluation most often focuses on the visual aspects and overall meaningfulness of the project, followed by the perceived cleanliness of the code and the verification of formal assignment criteria. In contrast, deeper analysis of program structure or algorithmic principles appears less frequently.

The study contributes to understanding how the assessment strategies of future teachers are formed in the early stages of their professional development and highlights the need for a more systematic development of assessment competencies as part of pre-service teacher education. These findings suggest that without explicit guidance, future teachers tend to rely on intuitive or easily observable aspects of student projects rather than deeper conceptual features of programming. The results therefore underline the importance of integrating explicit discussion of assessment criteria and examples of high-quality programming solutions into teacher training courses. Such support may help future teachers develop more balanced and analytically grounded approaches to evaluating pupils' programming projects.

Keywords

programming assessment, pre-service teachers, computational thinking, Scratch

ABSTRAKT

Hodnocení projektů z programování představuje komplexní didaktickou výzvu, zejména v kontextu výuky informatiky na prvním stupni základní školy. Zvláštní roli v tomto procesu hrají budoucí učitelé, kteří se s programováním i jeho didaktikou často setkávají až v rámci pregraduální přípravy. Předkládaný text se zaměřuje na analýzu hodnoticích priorit studentů učitelství prvního stupně při posuzování anonymizovaných projektů vytvořených v prostředí Scratch. Data byla získána prostřednictvím písemných hodnoticích komentářů k 119 projektům a analyzována pomocí tematické analýzy doplněné deskriptivní statistikou. Výsledky ukazují, že hodnocení budoucích učitelů je strukturováno kolem několika dominantních oblastí, přičemž největší důraz je kladen na vizuální stránku a smysluplnost projektu, následované hodnocením čistoty kódu a kontrolou splnění formálních kritérií. Studie přispívá k porozumění tomu, jak se v počátečních fázích profesního vývoje formují hodnoticí strategie budoucích učitelů informatiky.

Klíčová slova

hodnocení programování, budoucí učitelé, informatické myšlení, Scratch

1 ÚVOD

Programování se stalo běžnou součástí výuky na prvním stupni základní školy, což klade nové nároky na přípravu budoucích učitelů. Ti jsou vedeni nejen k osvojení základů programování, ale také k porozumění tomu, jak programování smysluplně vyučovat a hodnotit žákovské výstupy.

Hodnocení projektů z programování nelze redukovat pouze na posouzení funkčnosti výsledného programu. Výzkumy v oblasti vzdělávání v informatice poukazují na význam dalších aspektů, jako je struktura řešení, srozumitelnost, kreativita či přiměřenost vzhledem k věku a zkušenostem žáků [1]. Volba hodnoticích kritérií zároveň odráží učitelovy představy o cílech výuky informatiky a o tom, co považuje za kvalitní žákovský výkon [2].

Zvláštní pozornost si zaslouží budoucí učitelé prvního stupně základní školy, kteří se s programováním často setkávají až v průběhu svého vysokoškolského studia a obvykle nemají předchozí zkušenosti s didaktikou informatiky. Jejich hodnoticí přístupy proto mohou poskytnout cenný vhled do toho, jaké aspekty v projektech z programování považují za podstatné v rané fázi profesního vývoje.

Tato studie se zaměřuje na analýzu hodnoticích priorit studentů učitelství prvního stupně ZŠ při posuzování anonymizovaných projektů vytvořených v prostředí Scratch. Cílem je identifikovat oblasti, na které se budoucí učitelé při hodnocení zaměřují, a analyzovat jejich relativní zastoupení. Na základě tohoto cíle jsme si stanovili následující výzkumné otázky:

- Na jaké oblasti se zaměřují budoucí učitelé 1. stupně při hodnocení žákovských projektů z programování?
- Jaká oblast nebo skupiny oblastí se objevují v hodnoceních nejčastěji?

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V rámci této kapitoly krátce popíšeme implementaci programování do výuky informatiky na prvním stupni ZŠ a uvedeme problematiku hodnocení úloh z programování, především s ohledem na přípravu budoucích učitelů a jejich didaktických schopností v této oblasti.

2.1 Informatické myšlení a výuka programování na prvním stupni ZŠ

Informatické myšlení (z anglického Computational Thinking) je chápáno jako soubor kognitivních dovedností umožňujících formulovat problémy a navrhnout jejich řešení způsobem využitelným v informatice i mimo ni [3, 4]. Mezi jeho klíčové složky patří abstrakce, algoritmizace, dekompozice,

ladění a generalizace [5]. Výuka programování na základní škole je v tomto pojetí vnímána především jako prostředek k rozvoji těchto dovedností, nikoli jako cíl sám o sobě [6]. Kvalitu žákových výstupů proto nelze posuzovat pouze na základě výsledné funkčnosti programu, ale je třeba zohlednit také strukturu řešení, míru porozumění zadání, schopnost pracovat s chybami a celkovou logiku programu. Volba hodnotících kritérií tak úzce souvisí s tím, jak učitel chápe cíle výuky informatiky a jakou roli přisuzuje rozvoji inženýrského myšlení [1].

Na prvním stupni základní školy je výuka programování nejčastěji realizována prostřednictvím vizuálních programovacích prostředí, která snižují technickou náročnost a umožňují žákům soustředit se na samotný proces řešení problémů. Prostor Scratch je často využíváno při výuce programování začátečníků, zejména díky své vizuální blokové syntaxi a přístupnosti pro žáky bez předchozí zkušenosti s programováním [7, 8]. Projektové úlohy ve Scratchi poskytují prostor pro kreativní řešení a individuální strategie, což vede k různorodosti výsledných programů [9]. Tato otevřenost však zároveň zvyšuje nároky na hodnocení, které musí pracovat s více dimenzemi kvality, nejen s technickou správností řešení [10].

2.2 Hodnocení programátorských úloh a příprava budoucích učitelů

Současný výzkum ve vzdělávání informatiky ukazuje, že hodnocení programátorských úloh nelze redukovat na binární posouzení správnosti či funkčnosti řešení, protože samotná funkčnost nezachycuje kvalitu strategie ani hloubku porozumění konceptům [11]. Vedle technických aspektů je proto vhodné zohledňovat i procesní a konceptuální složky, které odrážejí způsob uvažování žáka a jeho postupné osvojování řešitelských strategií, zejména u začátečníků [10]. Volba hodnotících kritérií přitom není neutrální – odráží učitelovo pojetí cílů výuky a jeho profesní zkušenosti [1]. Zatímco někteří učitelé akcentují především technickou správnost programu, jiní více zohledňují kreativitu, originalitu či didaktickou přiměřenost řešení [1]. Tyto rozdíly jsou výrazné zejména u začínajících a pregraduálních učitelů, jejichž hodnotící strategie se teprve formují a nejsou dosud stabilizované [12]. Výzkumy hodnotící gramotnosti zároveň ukazují, že schopnost konzistentně pracovat s kritérii se rozvíjí postupně a začínající učitelé mají tendenci soustředit se spíše na povrchové znaky výkonu než na hlubší procesní aspekty učení [13, 14]. V oblasti informatiky se tyto obtíže projevují zejména při hodnocení otevřených projektových úloh, kde se představy budoucích učitelů o cílech výuky a kvalitě řešení teprve utvářejí [15].

3 DESIGN VÝZKUMU

Vzhledem k povaze našich dat a výzkumných otázek jsme se rozhodli provést smíšený výzkum skládající se z kvalitativní a kvantitativní fáze. Rozhodli jsme se sledovat filozofii QUAL+quan, kdy pro nás stěžejní budou kvalitativní data a výsledky kvalitativní analýzy, přičemž kvantitativní analýza bude sloužit k dokreslení a doplnění těchto výsledků [16].

Kvalitativní fáze výzkumu byla založena na tematické analýze, jejímž cílem bylo zmapovat témata, kterým přikládají studenti učitelství pro první stupeň ZŠ největší váhu během hodnocení projektů z programování ve Scratchi.

Kvantitativní fáze výzkumu byla založena na aplikování metod deskriptivní statistiky na výsledky tematické analýzy, s cílem porovnat četnost výsledných témat.

3.1 Sběr dat

Výzkum byl realizován v letech 2024–2025 v rámci vysokoškolského kurzu zaměřeného na výuku programování budoucích učitelů prvního stupně ZŠ, který slouží jako praktický úvod do revidované informatiky. Účastníci se během kurzu seznamovali se základními programátorskými koncepty prostřednictvím úloh odpovídajících prvnímu stupni ZŠ. Na jeho závěru vytvořili vlastní projekt ve Scratchi podle jednotného zadání a následně hodnotili jeden projekt spolužáka pomocí písemného komentáře.

Celkem bylo získáno 119 hodnocených projektů, přičemž analyzovány byly zejména textové komentáře, v nichž budoucí učitelé zdůvodňují kvalitu projektů. Ukázkou takových projektů lze najít ve Scratch studiu na následujícím odkazu: <https://scratch.mit.edu/studios/51421099/>.

3.2 Analýza dat

Analýza během kvalitativní fáze byla provedena v souladu s šestifázovým postupem tematické analýzy [17]: Seznámení s daty, generování základních kódů, hledání témat, revize témat, definice a finální pojmenování témat, interpretace a prezentace výsledků.

Analýza dat v kvalitativní fázi výzkumu začala opakovaným čtením všech komentářů s cílem porozumět způsobům argumentace při hodnocení projektů. Následovalo otevřené kódování po významových úsecích, zaměřené na zachycení hodnoticích aspektů a strategií budoucích učitelů. Vytvořené kódy byly následně seskupovány do širších témat reprezentujících opakující se způsoby hodnocení kvality programátorských projektů. Témata byla průběžně porovnávána s daty, upravována a zpřesňována, a nakonec jasně definována ve vztahu k výzkumným otázkám. Analýzu během kvantitativní fáze jsme provedli pomocí nástrojů deskriptivní statistiky. Zajímaly nás především četnosti jednotlivých témat. Identifikovali jsme nejčastěji vyskytovaná témata a dvojice témat napříč našimi daty.

4 VÝSLEDKY

4.1 Oblasti hodnocení žákovských projektů z programování u budoucích učitelů 1. stupně

Na základě tematické analýzy písemných komentářů k hodnocení programátorských projektů bylo identifikováno šest hlavních tematických kategorií, které strukturují hodnotící praxi budoucích učitelů. Jednotlivá témata se v komentářích neobjevují izolovaně, ale často se vzájemně kombinují a vytvářejí širší hodnotící rámce. V následující části jsou jednotlivá témata podrobně popsána a ilustrována autentickými výňatky z hodnoticích komentářů.

4.1.1 Vizualní stránka a smysluplnost projektu

Téma vizualní stránka a smysluplnost projektu představovala nejčastěji vyskytující se téma v hodnocení projektů. V této kategorii posuzují projekt především, nikoli pouze jako technické řešení úlohy. Klíčovou roli zde hraje celkový dojem z projektu, jeho estetické zpracování, tematická koherence a srozumitelnost příběhu či herní logiky.

Analýza ukazuje, že toto téma zahrnuje tři hlavní aspekty. Prvním je originalita a kreativita, kdy hodnotitelé oceňují nápaditost a osobité pojetí zadání, například: „Projekt je nápaditý a originální, je vidět snaha vytvořit vlastní příběh.“ Druhým aspektem je ucelenost a dokončenost projektu, tedy vnímání projektu jako smysluplného celku s jasnou strukturou; nedokončenost je hodnocena negativně i při funkčním řešení: „Projekt působí zajímavě, ale příběh není dokončen, což narušuje celkový dojem.“ Třetím aspektem je vizualní přehlednost a estetika, zahrnující práci s postavami, pozadími a audiovizualními prvky. V některých případech vedl důraz na vizualní stránku k návrhům úprav, které sice zhoršují kvalitu kódu, ale podle hodnotitelů zlepšují celkový dojem, například: „Zde bych vynechala opakování, dokud nenastane dotýkáš se lama, nechala bych pouze dopředu, ale o více kroků, aby byl králík vidět. Lama ho totiž lehce překrývá.“

4.1.2 *Evaluace a čistota kódu*

Toto téma zachycuje snahu budoucích učitelů hodnotit programátorskou stránku projektů. Na rozdíl od vizualní roviny je však toto hodnocení méně strukturované a často vágní, přičemž se soustředí spíše na přehlednost a uspořádanost bloků než na správnost či efektivitu řešení.

Dominantním aspektem je vnímaná přehlednost kódu, která je chápána převážně vizualně. Učitelé oceňují, pokud kód nepůsobí chaoticky, aniž by blíže specifikovali, v čem přehlednost spočívá, například: „Práce neobsahuje žádné zbytečné kódy navíc.“ nebo „Ale bloky jsou smysluplné a hezky

uspořádané.“ Hodnocení se zpravidla nevztahuje ke strukturálním aspektům, jako je práce s proměnnými či opakované použití bloků, ale k tomu, zda scénáře působí „uklizeně“ a krátce: „U této postavy mi chvilku trvalo, než jsem se zorientovala, jak jdou jednotlivé scénáře po sobě, a tudíž bych ocenila, kdyby byly například seřazeny pod sebe. Každopádně si myslím, že ve většině případů jsou scénáře zapsané tou nejkratší formou a upravila bych jen ty, u kterých je to zapsané.“ Z tohoto pohledu byla často zmiňována tvorba vlastních bloků, přičemž jejich absence byla hodnocena negativně, i když nebyla součástí zadání: „Další věc, která mi v tomto projektu chybí, je vytváření vlastních bloků, které slouží k větší přehlednosti a čistotě kódu.“

4.1.3 *Kontrola kritérií*

Toto téma zachycuje situace, kdy učitelé explicitně vztahují své hodnocení k požadavkům zadání a používají je jako hlavní referenční rámec pro posouzení kvality projektu. V této kategorii není kvalita projektu hodnocena primárně prostřednictvím dojmu, kreativity či čistoty kódu, ale prostřednictvím míry souladu projektu s předem stanovenými kritérii. Učitelé se zde opírají především o normativní výroky jako „splněno–nesplněno“.

Nejčastěji se hodnocení projevuje přímým porovnáním projektu s jednotlivými body zadání, někdy redukovaným na pouhé „odškrtávání“ položek. Tento přístup snižuje komplexitu hodnocení, ale zároveň vede k redukci kvality projektu na součet dílčích prvků, například: „všechna kritéria zadání jsou splněná – postavy, využití scénářů i pointa příběhu.“ Smysluplná integrace jednotlivých částí tak zůstává často opomenuta.

Kritéria zároveň slouží k legitimizaci udělené známky a jako opora při nejistotě hodnotitelů, například: „Zadání bylo ale splněno, neboť zde byly 3 postavy, které měnily kostýmy a komunikovaly mezi sebou pomocí zpráv. Proto bych ohodnotila tento úkol známkou 1.“ nebo „Za nesplnění jedné části zadání nemohu dát plný počet bodů.“

4.1.4 *Odhalená chyba*

Toto téma zahrnuje hodnocení, v nichž učitelé identifikují konkrétní chyby v projektu, avšak převážně z hlediska uživatelského dojmu. Chyby jsou posuzovány podle toho, zda narušují plynulost příběhu nebo vizuální logiku projektu, nikoli jako indikátory konkrétních programátorských problémů.

Nejčastěji jsou zmiňovány snadno pozorovatelné projevy při spuštění projektu, jako je nesprávné načasování změn, nečekané chování postav či nesoulad mezi dějem a jeho vizuální reprezentací, například: „Kouzelník pokračuje k přeměně ještě dříve, než vůbec stihneme odpovědět na otázku. Ani při správné odpovědi se holub nezmění na princeznu.“ V některých případech jsou chyby spojeny s nesplněním kritérií, opět však primárně ve vztahu k vizuálnímu fungování projektu: „Jednou z podmínek zadání projektu, která nebyla splněna, bylo, aby příběh fungoval správně, i když je spuštěn podruhé. Sova po opětovném spuštění příběhu zůstane na místě a v kostýmu, ve kterém skončila.“

4.1.5 *Špatně odhalená chyba*

Velice vzácným jevem byly situace, kdy budoucí učitelé označili blok nebo scénář za špatný nebo chybný, přičemž jeho použití bylo zcela správné. Z analýzy vyplývá, že tyto hodnocení vychází z nepochopení fungování programu nebo prostředí Scratch. Ačkoli se tato kategorie v datech vyskytuje pouze okrajově, její analytický význam je zásadní, protože odhaluje limity v porozumění chování programu

V části komentářů je jako chyba označeno řešení, které je funkční, avšak neodpovídá preferovanému návrhovému stylu učitele. Učitelé považují zvolené řešení za chybné pouze proto, že by sami volili jiný postup: Často argumentují, že by řešení bylo možné „udělat lépe“, přičemž navrhnou řešení, které v rámci projektu nefunguje nebo je horší než původní řešení: „Místo bloku tanec bych zvolila bloky opakuj xkrát, další kostým a čekej x sekund.“

4.1.6 Gramatika

Tato kategorie zahrnuje hodnocení jazykové správnosti a formální úpravy textových prvků projektu. V datech se objevuje zřídka, avšak ukazuje, že někteří hodnotitelé rozšiřují hodnocení programátorského projektu o jazykovou rovinu, přestože ta není primárním cílem úlohy.

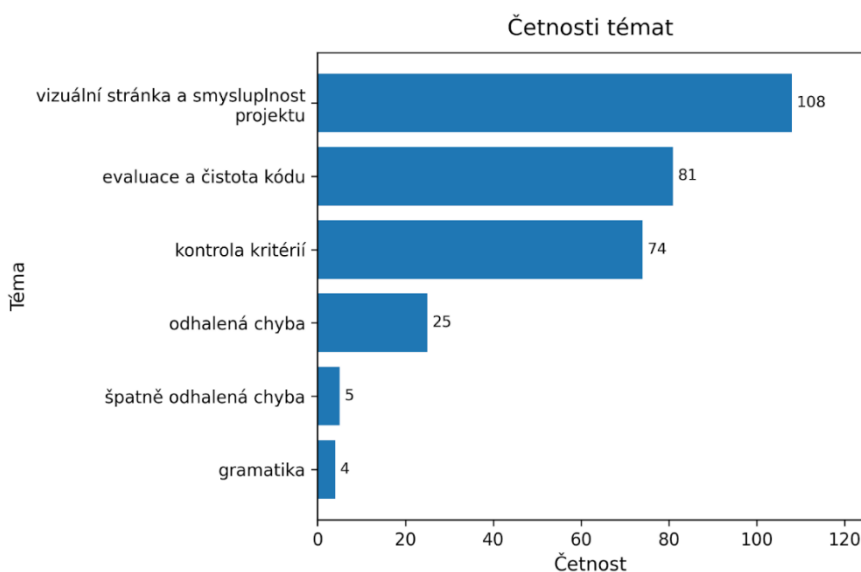
Gramatika není posuzována jako samostatné kritérium, ale objevuje se v souvislosti s celkovým dojmem a čitelností textu, zejména v návaznosti na vizuální stránku projektu. Hodnotitelé upozorňují především na interpunkci a formální úpravu textu, například: „V programu se mi ale nelíbí úprava psaného textu. Chybí velká písmena, tečky a celkově text není hezky upraven.“

Analyticky významné je, že jazyková rovina zůstává okrajová a není systematicky propojena s hodnocením programátorské stránky projektu; je zmiňována spíše jako doplňkové doporučení než jako faktor ovlivňující výsledné hodnocení.

4.2 Četnost výskytu hodnocených oblastí v žákovských projektech z programování

K zodpovězení naší druhé výzkumné otázky jsme podrobili naše data deskriptivní analýze. Graf na obrázku 1 ukazuje absolutní četnosti všech témat. Z analýzy je patrné výrazně nerovnoměrné rozložení témat a dominance tří kategorií hodnocení.

Dominantní výskyt tématu vizuální stránka a smysluplnost projektu ukazuje, že budoucí učitelé posuzují kvalitu projektů především podle celkového dojmu, estetické úrovně a příběhové srozumitelnosti, tedy podle kritérií snadno rozpoznatelných bez hlubší analýzy programátorské struktury.



Obrázek 1: Četnosti tematických kategorií napříč hodnocenými projekty

Téma evaluace a čistota kódu se objevuje ve více než dvou třetinách hodnocení, což naznačuje, že i po krátkém kurzu se budoucí učitelé zaměřují také na programátorskou složku, byť často spíše povrchově.

Relativně častá kontrola kritérií poukazuje na opírání hodnocení o zadání a formální kritéria, která slouží jako opora v situacích nejistoty při posuzování kvality programu.

Kategorie špatně odhalená chyba se vyskytuje zřídka, avšak signalizuje limity v porozumění principům programování a potenciální riziko chybného hodnocení správných řešení, což může negativně ovlivnit motivaci žáků.

Nejnižší četnosti dosahuje téma gramatika, jehož přítomnost ukazuje, že část učitelů do hodnocení projektů zahrnuje i jazykovou rovinu textových prvků.

Následně jsme se zaměřili na to, jaké dvojice témat se objevují napříč hodnoceními (Tabulka 1). Tyto dvojice umožňují detailněji porozumět tomu, jak jsou jednotlivá hodnotící hlediska v praxi kombinovaná, tedy nikoliv pouze která témata se vyskytují nejčastěji, ale jaké hodnotící rámce se uplatňují současně při hodnocení téhož projektu.

Tabulka 1: Tabulka výskytu dvojic napříč hodnoceními (VK – vizuální stránka a smysluplnost projektu, EK – evaluace a čistota kódu, KK – kontrola kritérií, OCH – odhalená chyba, ŠCH – špatně odhalená chyba, GR – gramatika)

	VK	EK	KK	OCH	ŠCH	GR
VK	-	74	65	21	4	4
EK	74	-	51	11	3	3
KK	65	51	-	13	2	2
OCH	21	11	13	-	1	0
ŠCH	4	3	2	1	-	0
GR	4	3	2	0	0	-

Nejsilnější vazba se objevuje mezi tématy vizuální stránka a smysluplnost projektu a evaluace a čistota kódu (74 projektů), což naznačuje, že budoucí učitelé konstruují kvalitu projektu kombinací celkového dojmu a vnímané kvality programového řešení. Silná vazba je patrná také mezi vizuální stránkou a smysluplností projektu a kontrolou kritérií, kdy je posouzení splnění zadání úzce propojeno s tím, jak srozumitelně a smysluplně se projekt navenek projevuje.

Vztah mezi evaluací a čistotou kódu a kontrolou kritérií naznačuje, že splnění kritérií je často posuzováno formálně, bez hlubšího ověřování programátorské správnosti jejich realizace. Kategorie odhalená chyba se častěji pojí s vizuální stránkou projektu (21 projektů) než s programátorskou kvalitou kódu (11 projektů), což ukazuje, že budoucí učitelé snáze identifikují bezprostředně pozorovatelné problémy než chyby vyžadující hlubší porozumění programové logice.

5 DISKUZE

Nejčastější výskyt tématu vizuální stránky a smysluplnosti projektu naznačuje, že budoucí učitelé posuzují kvalitu projektů spíše podle celkového dojmu než čistě podle technické správnosti. Tento přístup odpovídá výzkumům zaměřeným na výuku ve Scratchi, které poukazují na důraz na příběhovou a významovou rovinu projektů [9] i zjištěním, podle nichž je kvalita projektů vnímána především v jejich významovém rozměru [6].

Ukkonen a kol. zároveň upozorňují, že bez explicitně stanovených hodnotících kritérií mají učitelé tendenci zaměřovat se na snadno pozorovatelné aspekty projektu. Výsledky této studie tento trend potvrzují, neboť vizuální a příběhové prvky jsou hodnoceny výrazně častěji než konceptuální či algoritmické struktury řešení [1].

Druhým nejčastějším tématem byla evaluace a čistota kódu, což naznačuje snahu budoucích učitelů aplikovat nově nabyté znalosti. Hodnocení se však často soustředilo na povrchové znaky, jako je použití opakování nebo vlastních bloků. Tento přístup odpovídá zjištěním Neutens a kol., podle nichž učitelé s omezenou programátorskou zkušeností hodnotí kód především na základě jeho vizuální podoby a struktury [2]. Časté negativní hodnocení absence vlastních bloků pak může odrážet zaměňování osobních preferencí za obecná kritéria kvality, jak popisují Spieler a kol. [15], což může vést k důrazu na formální znaky řešení namísto porozumění problému [5].

Třetím tématem byla kontrola splnění kritérií zadání. Učitelé se v hodnocení výrazně opírali o formálně daná kritéria, což Pastore interpretuje jako způsob legitimizace hodnocení v situacích nejistoty odborného úsudku začínajících učitelů [13]. Tento přístup však podle Fagerlund a kol. nezachycuje komplexnější dovednosti, jako je dekompozice či ladění programů [10].

Velmi zřídka se objevovala témata zaměřená na chyby v projektech, přičemž šlo převážně o chyby ve vizuální stránce nebo funkčnosti. Tento výsledek odpovídá zjištěním Paiva a kol., kteří uvádějí, že

učitelé při hodnocení programů často sledují výstupní chování, zatímco strukturální chyby zůstávají přehlíženy [11].

6 ZÁVĚR

Studie se zaměřila na analýzu hodnoticích priorit budoucích učitelů prvního stupně základní školy při hodnocení projektů z programování ve Scratchi. Výsledky ukazují, že hodnocení pregraduálních učitelů je formováno kombinací estetických, formálních a technických hledisek, přičemž největší váhu přikládají vizuální stránce a smysluplnosti projektu. Zároveň se ukazuje, že technické aspekty programování jsou často hodnoceny spíše na základě povrchových znaků než hlubší analýzy programové struktury. Tato zjištění naznačují, že hodnoticí strategie budoucích učitelů se v počátečních fázích profesního vývoje teprve formují a opírají se o omezené a někdy implicitní rámce hodnocení. Výsledky studie poukazují na potřebu systematictějšího rozvoje hodnoticích kompetencí v rámci pregraduální přípravy učitelů, zejména ve vztahu k hodnocení otevřených projektových úloh.

7 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] UKKONEN, Aino, Katarina PAJCHEL, Louise MIFSUD. Teachers' understanding of assessing computational thinking. *Computer Science Education*, 35(4), 794–819, 2024. <https://doi.org/10.1080/08993408.2024.2365566>
- [2] NEUTENS, Tom, Kris COOLSAET, Francis WYFFELS.. Assessment of Code, Which Aspects Do Teachers Consider and How Are They Valued? *ACM Trans. Comput. Educ.* 22, 4, Article 46, 27 pages, 2022. <https://doi.org/10.1145/3517133>
- [3] WING, Jeannette Marie. Computational Thinking: What and Why? Computer Science Department, Carnegie Mellon University. 2010. <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- [4] STUHLÍKOVÁ, Iva, Tomáš JANÍK, et al. *Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita. Syntézy výzkumu vzdělávání. 2015. ISBN 978-80-210-7769-0. https://www.ped.muni.cz/weduresearch/publikace/oborove-didaktiky_online.pdf
- [5] ANGELI, Charoula, Joke VOOGT, Andrew FLUCK, et al. A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57, 2016. https://pure.uva.nl/ws/files/8964271/A_K_6_Computational_Thinking_Curriculum_Framework.pdf
- [6] MARTIN, A. David, Peter CURTIS, Petrea REDMOND. Primary school students' perceptions and developed artefacts and language from learning coding and computational thinking using the 3C model. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(4), 1616-1631, 2024. <https://doi.org/10.1111/jcal.12972>
- [7] FITRIA, Tira Nur. Teaching coding using Scratch to elementary students: Exploration of benefits for students. *Journal of Contemporary Issue in Elementary Education*, 3(1), 1-17, 2025. <https://jurnal.ut.ac.id/index.php/jciee/article/view/10719>
- [8] TSAI, Meng-Jung, Francis Pingfan CHIEN, Wan-Ting SUN, Nitesh Kumar JHA. How block-based programming supports novice learners' coding comprehension: Evidence from eye-tracking lag-sequential analysis. *Computers & Education*, 105430. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105430>
- [9] SABANGAN, Esperanza R. Impact of Project-Based Learning on Creativity and Logical Thinking of Grade 7 Learners in Scratch Programming. 2025. DOI: <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2025.903SEDU0549>

- [10] FAGERLUND, Janne, Päivi HÄKKINEN, Mikko VESISENAHO, Jouni VIIRI. Assessing 4th Grade Students' Computational Thinking through Scratch Programming Projects. *Informatics in Education*, 19(4), 611-640, 2020. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.27>
- [11] PAIVA, José Carlos, José Paulo LEAL, Álvaro FIGUEIRA. Automated assessment in computer science education: A state-of-the-art review. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 22(3), 1-40, 2022. <https://doi.org/10.1145/3513140>
- [12] BERLINER, David C. Learning about and learning from expert teachers. *International journal of educational research*, 35(5), 463-482, 2021. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- [13] PASTORE, Serafina. Teacher assessment literacy: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 2023. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1217167>
- [14] MÁÑEZ, Ignacio, Anastasiya A. LIPNEVICH, Carolina LOPERA-OQUENDO, Raquel CERDÁN. Examining pre-service teachers' feedback on low- and high-quality written assignments. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 36(2), 225–256, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11092-024-09432-x>
- [15] SPIELER, Bernadette, Tobias M. SCHIFFERLE, Tobias BERNER. Beliefs and Expectations of Primary Student Teachers in Informatics. *Proceedings of the 17th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 1–4, 2022. <https://doi.org/10.1145/3556787.3556868>
- [16] CRESWELL, John W. a J. David CRESWELL. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 6. vyd. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2023. ISBN 978-1-0718-1482-3.
- [17] BRAUN, Virginia a Victoria CLARKE. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*. 2006, roč. 3, č. 2, s. 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Neuróny pre učiteľov

Neurons for Teachers

Lubomír Salanci

Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, Slovenská republika

salanci@fmph.uniba.sk

EXTENDED ABSTRACT

In this article, we focus on the fundamentals of artificial intelligence in the education of future computer science teachers, with the aim of helping them understand artificial intelligence not only as an ICT/DT tool, but also in terms of its underlying mathematical and algorithmic principles. That is why one component of our new course, “Introduction to Artificial Intelligence”, is devoted to neural networks.

Our teachers typically have two teaching qualifications. A common combination is computer science and mathematics, but there are also other combinations, such as computer science and a foreign language. As a result, we must take into account the varying mathematical backgrounds of the different groups of teachers. Therefore, we found it interesting to explore the field of neural networks in education and to answer the questions: “Which parts are suitable for future teachers?”, “Will our content be manageable for them?”, “How will we address limitations in mathematical knowledge?”

We have chosen two topics related to neural networks. The first, titled “How a neuron computes”, is devoted to the neuron model and how computations using neurons work. The second topic is titled “How a neuron learns”, where we focus on the learning process and why it is time-consuming.

In our analysis, we point out that neural networks involve a lot of mathematics, commonly explained using university-level apparatus, including differential calculus, numerical methods, statistics, and vector algebra. Another source of difficulty in understanding lies in the working examples or problems we are solving.

For this reason, we propose a series of simplifications and a methodology based on modelling neural networks and the learning process, first in a spreadsheet and subsequently implementing them in a programming language, in order to create as much space as possible for constructivist experimentation.

We organised two workshops for the students and documented the proceedings through field notes. We were pleasantly surprised by the students’ independence – we had expected them to copy our solutions we projected onto the screen. However, this only happened up to a certain point, after which they became independent and focused on implementing the solutions in their own way.

Qualitative research on a group of students showed that they understood several principles. For example, the fact that they independently and quickly solved the problem of implementing a NAND operation using a neuron suggests that they understood the neuron model – how weights, biases, and a trivial activation function work. However, determining how well they have mastered, or how deeply they have understood gradient descent, would require further research. On the other hand, we observed issues related to graphics when visualising data and processes.

Based on our observations, we could formulate the hypothesis that, for some types of tasks, it is advantageous to model first in a spreadsheet and then in a programming language. A spreadsheet calculator proved useful for static calculations in both meetings, while programming excelled in the visualisation of dynamic processes (training).

Keywords

Education of computer science teachers, artificial intelligence, neural network, mathematics, spreadsheets, programming.

ABSTRAKT

V príspevku sa venujeme základom umelej inteligencie vo vzdelávaní budúcich učiteľov informatiky. Analyzovali sme matematický aparát, navrhli sériu zjednodušení a metodiku, ktorá je založená na modelovaní neurónovej siete a procesu učenia najskôr v tabuľkovom kalkulátore a následnej implementácii v programovacom jazyku tak, aby sa vytvoril čo najväčší priestor pre konštruktivistické experimentovanie. Kvalitatívny výskum na skupine študentov ukázal, že študenti porozumeli viacerým princípom, ale pozorovali sme problémy súvisiace s vizualizáciou dát a procesov. Tabuľky sa ukázali užitočné pri statických výpočtoch, programovanie pri dynamických dejoch.

Kľúčové slová

Vzdelávanie učiteľov informatiky, umelá inteligencia, neurónová sieť, matematika, tabuľky, programovanie.

1 ÚVOD

Odborná informatika má už desiatky rokov samostatné študijné programy so zameraním na umelú inteligenciu. V učiteľských študijných odboroch sa umelá inteligencia objavuje iba v ostatných rokoch. Pri úvahách o vzdelávaní budúcich učiteľov v tejto oblasti sme identifikovali dva typické prístupy:

- preberie alebo využije sa už existujúci predmet z odbornej / vedeckej informatiky a ponúkne sa budúcim učiteľom,
- vytvorí sa nový predmet zameraný na používanie umelej inteligencie na úrovni digitálnych technológií, teda, venuje sa rôznym nástrojom a aspektom umelej inteligencie.

V našom štúdiu učiteľstva informatiky sme, s ohľadom na možnosti študijného programu, navrhli nový predmet s názvom „Úvod do umelej inteligencie“ [1], ktorý je do istej miery mixom predchádzajúcich prístupov. V ňom sa venujeme aktivitám podľa materiálov AI d'etem [2] a AI unplugged [3], ale aj neurónovým sieťam a rozhodovacím stromom. Naším cieľom bolo, aby študenti spoznali nielen aktuálne možnosti umelej inteligencie, jej využitie v triede, ale aj získali predstavu o tom, ako fungujú niektoré algoritmy strojového učenia na fundamentálnej, matematickej úrovni.

Z analýzy materiálov a našich pozorovaní, sme zostavili jednoduchú taxonómiu, ako s umelou inteligenciou narábame. Aj pre účely tohto príspevku rozlišujeme tri úrovne:

1. **Používateľská** – umelú inteligenciu používame ako nástroj IKT / DT (aj pri programovaní).
2. **Vývojárska** – tvoríme s využitím knižníc / API pre umelú inteligenciu (v Scratch-i, Python-e).
3. **Fundamentálna** – rozumieme matematike aj algoritmom (umelú inteligenciu programujeme).

Predpokladáme, že aktivity na úrovni 1 a v rozumnej miere aj na úrovni 2 využije učiteľ priamo v triede na hodinách informatiky. Aktivity na úrovni 3 budú možno realizovateľné v rámci seminára na strednej škole.

Pri úvahách o náplni nášho predmetu sme sa pre oblasť neurónových sietí rozhodli z niekoľkých dôvodov: neurónové siete sú v súčasnosti opäť populárne a využívajú sa pri riešení mnohých problémov; nechceli sme zostať iba na používateľskej alebo vývojárskej úrovni; vzhľadom na niekedy až „magické“ prezentovanie umelej inteligencie sa nám zdá rozumné, aby budúci učelia informatiky získali predstavu o tom, ako funguje výpočet alebo učenie, a prečo je tréning časovo náročné.

Zároveň si kladieme aj veľa otázok:

- Samotná oblasť neurónových sietí je široká – čo z nej má pre budúcich učiteľov zmysel?
- Ako budú študenti reagovať – bude náš obsah pre nich zvládnuteľný?
- Ako si poradíme s limitmi – časom a priestorom na realizáciu alebo poznatkami z matematiky?

Ďalej uvádzame naše prvé kvalitatívne zistenia zo školského roku 2023/2024.

2 VÝCHODISKÁ

Ako sme v úvode naznačili, v súčasnosti existuje viacero aktivít, ktoré sú zamerané na využitie alebo začlenenie umelej inteligencie do vzdelávania [4], [5]. Vzniká množstvo nástrojov, web stránok, vzdelávacích kurzov, metodických materiálov, odporúčaní [6] a kompetenčných rámcov [7]. Aktuálnosť témy dokumentuje aj veľa článkov, ktoré sa venujú vyučovaniu, samotným žiakom alebo aspektom umelej inteligencie [8], príkladom môže byť aj minuloročná konferencia [9].

Naopak, zdá sa nám, že výskum v oblasti zapojenia umelej inteligencie do vzdelávania budúcich učiteľov je iba na začiatku. Ten sa doposiaľ zameriaval na odhad kompetencií, ako umelá inteligencia zmení vyučovanie / vzdelávanie alebo ako ju vnímajú budúci učelia [10], [11].

Náš predmet „Úvod do umelej inteligencie“ je odporúčaný v 2. ročníku. Kvôli pedagogickej praxi, máme k dispozícii 6 stretnutí (pol semestra) po 2 vyučovacie hodiny (1,5 hodiny čistého času).

3 ANALÝZA

Z oblasti neurónových sietí sme zvolili dve témy:

- **Ako neurón počíta** – teda, čo je model neurónu, ako funguje výpočet.
- **Ako sa neurón učí** – presnejšie, ako prebieha tréning, a prečo je časovo náročné.

Pri štúdiu odbornej literatúry [12] zistíme, že obe témy sa bežne vysvetľujú vysokoškolským matematickým aparátom, ktorý zahŕňa diferenciálny počet, numerické metódy, štatistiku, vektorovú algebru. Podobné platí aj v prípade zdrojov alebo programov na internete [13], v ktorých sa nezriedka (a správne) využívajú vektorové operácie a matematické knižnice (napr. `numpy`). Pre skúseného matematika a programátora sú také zápisy zrozumiteľné, neplatí to však pre všetkých našich študentov. Musíme zohľadniť, že časť z nich nemá učiteľstvo informatiky v kombinácii s matematikou, ale iným predmetom. Preto obe témy ďalej analyzujeme a hľadáme priestor na ich zjednodušenie.

3.1 Ako neurón počíta – analýza

Pre výpočtový model neurónu sa v súčasnosti používa formula:

$$\text{neurón}(x_1, \dots, x_n) = f_{akt}(\text{bias} + \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i)$$

V ňom sú bias , x_i , w_i reálne čísla, x_i sú vstupy a w_i váhy neurónu, f_{akt} je funkcia reálnej premennej, nazýva sa aktivačná funkcia. Vo všeobecnosti môže mať neurón veľa (desiatky tisíc) vstupov. Aktivačná funkcia nebýva triviálna, lineárna, ale zvyčajne sú na ňu kladené rôzne požiadavky.

Prvé zjednodušenie dosiahneme, ak budeme pracovať s neurónom, ktorý nemá tisíce vstupov, ale iba dva. Druhé zjednodušenie spočíva v tom, že zvolíme binárnu aktivačnú funkciu:

$$f_{akt}(\text{súčet}) = 0 \text{ pre } \text{súčet} < 0$$

$$\text{inak } f_{akt}(\text{súčet}) = 1$$

Do tretice, budeme riešiť jednoduché problémy. Vychádzame z toho, že študenti poznajú logické spojky OR, AND, NAND a ďalšie. Tie teraz implementujeme pomocou neurónov. Znamená to, že neurón, ktorý realizuje logickú spojku OR, bude mať na svojich dvoch vstupoch nejakú kombináciu núl a jednotiek (prípadne aj iných hodnôt) a výsledkom bude hodnota 0 alebo 1. Na konštrukciu neurónovej siete pre logickú spojku XOR využijeme 3 neuróny (2 vstupné, 1 výstupný).

Poznámky k zjednodušeniam:

- Logické spojky nie sú typické úlohy pre neurónové siete. V tomto kontexte však prinášajú iný, nový pohľad na výpočtový proces, a preto je pre nás dôležité, aby bol stanovený cieľ (implementovať logické spojky) pre študentov zrozumiteľný.
- Binárna aktivačná funkcia sa málo používa, keďže nie je vhodná pre backpropagation. Je ale jednoduchá na porozumenie, implementovanie a pre naše potreby postačuje.

Takýto neurón / neurónová sieť funguje ako jednoduchý klasifikátor.

3.2 Ako sa neurón učí – analýza

Strojové učenie je v súčasnosti často založené na trénoch neurónových sietí pomocou už spomínaného algoritmu backpropagation a optimalizačnej metódy gradientového zostupu. Porozumieť obom vyžaduje určitý stupeň skúseností a matematické vzdelania. Usúdili sme, že detailné vysvetľovanie teórie by bolo nad rámec časovej dotácie aj cieľov predmetu. Na druhej strane sa nám zdá užitočné (a možno i zaujímavé) spoznať, prečo je náročné. Hľadali sme teda primerané zjednodušenia, ktoré by zároveň ilustrovali iteratívny charakter tréovania.

Prvé zjednodušenie spočíva v tom, že sa zamierame iba na metódu gradientového zostupu. Druhým zjednodušením bude problém, ktorý chceme riešiť – budeme hľadať lineárny fit pre skupinu bodov (t. j. koeficienty a, b pre priamku, ktorá „čo najlepšie“ prechádza skupinu bodov):

$$f(x) = a \cdot x + b$$

Poznámky k zjednodušeniam:

- Samotný gradientový zostup nie je triviálny na porozumenie – prečo funguje, a kedy (ne)funguje. Obmedzíme sa iba na vysvetlenie idey, „ako“ funguje, budeme počítat chyby a upravovať váhy.
- Lineárna funkcia $f(x)$ predstavuje iba tú časť výpočtového modelu neurónu, ktorý realizuje váhový súčet. Môžeme sa na ňu pozerat' aj ako na triviálny neurón bez aktivačnej funkcie, pričom x je vstupom, koeficient a je váhou pre vstup x a koeficient b predstavuje bias.

Tak sa vyhneme parciálnym deriváciám a použitiu pravidla pre deriváciu zloženej funkcie. Výpočty potom zostanú zhruba na úrovni matematiky základnej školy.

4 NÁVRH METODIKY

Na základe predchádzajúcich skúseností sme pri oboch témach zvolili nasledovný metodický postup:

- zapojenie a úvod do problematiky,
- v tabuľkovom kalkulátore realizujeme jednotlivé kroky a matematické výpočty, študenti si zároveň overia ich správnosť,
- prepneme sa do programovacieho jazyka Python (máme zistené, že naši študenti ho dobre ovládajú) a v ňom algoritmy implementujeme.

Chceme, aby študenti pracovali čo možno navyše sami – aby sme redukovali frontálnosť a naše vzdelávanie malo konštruktivistický charakter. V nasledujúcom texte popisujeme vybrané a skrátené časti nami navrhnutej metodiky.

4.1 Ako neurón počíta – metodika

Na obrázku 1 je tabuľka so vzorcami pre výpočet výsledkov jedného neurónu, ktorý realizuje OR:

- vľavo (stĺpce A, B) sú rôzne kombinácie vstupných hodnôt,
- uprostred (stĺpce D, E, F) sú koeficienty (parametre) neurónu,
- vľavo (stĺpce G, H) sú výsledky.

Adresovanie buniek treba premyslieť tak, aby sa vzorce dali rozumne rozmnožiť, prípadne, aby sme mohli s minimálnou námahou kopírovať celý blok (A1:H6) a upraviť ho pre ďalšie logické spojky.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	vstup a	vstup b		váha a	váha b	bias	súčet	a OR b
2	0	0		1	1	-0,5	-0,5	0
3	0	1					0,5	1
4	1	0					0,5	1
5	1	1					1,5	1
6	0,3	0,5					0,3	1

$= A2 * D\$2 + B2 * E\$2 + F\$2$
 $= IF(G2 < 0; 0; 1)$

Obrázok 1: Model neurónu s dvoma vstupmi v tabuľkovom kalkulátore

V jazyku Python implementujeme funkciu `vyhodnot`. Tá modeluje neurón s dvoma vstupmi:

```
def vyhodnot(a, b, vahy, bias):
    sucet = a * vahy[0] + b * vahy[1] + bias
    if sucet < 0:
        return 0
    else:
        return 1
```

Jej očakávané použitie, napríklad pri výpočte OR, vyzerá nasledovne:

```
vahy_or = [1, 1]
bias_or = -0.75
print(vyhodnot(0, 0, vahy_or, bias_or))
print(vyhodnot(0, 1, vahy_or, bias_or))
```

Neurónová sieť pre logickú spojku XOR má dva vstupné neuróny a jeden výstupný neurón. Vychádzame z ekvivalencie:

$$a \text{ XOR } b = (a \text{ OR } b) \text{ AND } (a \text{ NAND } b)$$

Pri programovaní využijeme funkciu `vyhodnot`, predtým však domyslíme parametre pre neuróny realizujúce AND a NAND:

```
vahy_and = [0.75, 0.75]
bias_and = -1

vahy_nand = [-0.75, -0.75]
bias_nand = 1

def vyhodnot_xor(a, b):
    return vyhodnot(
        vyhodnot(a, b, vahy_or, bias_or), (a, b, vahy_nand, bias_nand),
        vahy_and, bias_and)

print(vyhodnot_xor(1, 0))
print(vyhodnot_xor(1, 1))
```

4.2 Ako sa neurón učí – metodika

V tabuľke na obrázku 2 vidíme rozpracovanú jednu iteráciu gradientového zostupu:

- vľavo (stĺpce A, B) obsahujú tréningové dáta – dvojice: hodnota x a želaná funkčná hodnota,
- uprostred (bunky D2, E2) sú hľadané koeficienty a, b a výpočet (stĺpec F) funkčnej hodnoty $a * x + b$ (pozor na označenia, písmenkami a, b sú teraz označené koeficienty funkcie, nie vstupné hodnoty neurónu ako pri predchádzajúcom stretnutí),
- vpravo (stĺpce G, H, I) je výpočet chyby a zmeny,
- v dolnej časti (riadky 7, 8) je výpočet priemernej zmeny a nových hodnôt koeficientov a, b .

Aj teraz je adresovanie buniek navrhnuté tak, aby sme ďalšiu iteráciu získali čo možno najjednoduchším kopírovaním bloku (A1:I8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	x	chceme		a	b	$a * x + b$	chyba	$\text{zmena a} = \text{chyba} * x$	$\text{zmena b} = \text{chyba}$	
2	0,1	0,8		1	0	0,1	0,7	0,07	0,7	
3	0,3	0,4				0,3	0,1	0,03	0,1	
4	0,7	0,6				0,7	-0,1	-0,07	-0,1	
5	0,9	0,3				0,9	-0,6	-0,54	-0,6	
6										
7				nové a	nové b			priemerná zmena a	priemerná zmena b	ALFA
8				0,98725	0,0025			-0,1275	0,025	0,1

$D\$2 * A2 + E\$2 =$ $= B2 - F2$ $= G2 * A2$ $= G2$
 $D2 + \$J8 * H8 =$ $= E2 + \$J8 * I8$ $SUM(H2:H5) / 4 =$ $= SUM(I2:I5) / 4$

Obrázok 2: Krok „tréningu“ pomocou gradientového zostupu

Gradientový zostup implementujeme v jazyku Python. V zozname tabuľka sú tréningové dáta evidované ako usporiadané dvojice (x, y) , pričom prvá zložka zodpovedá vstupnej hodnote a druhá zložka očakávanej funkčnej hodnote. Podprogram `trenuj` vykoná jednu iteráciu tréningu tým, že vypočíta nové koeficienty a nastaví premenné a, b , ktoré používa funkcia f .

```

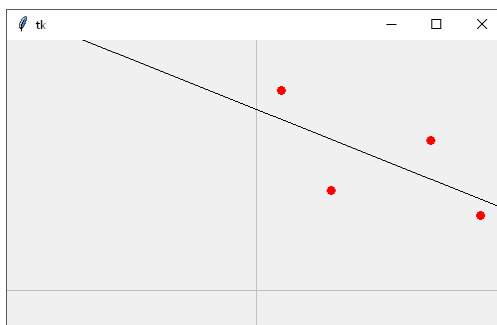
tabulka = [(0.1, 0.8), (0.3, 0.4), (0.7, 0.6), (0.9, 0.3)]
a = 0
b = 0

def f(x):
    return a * x + b

def trenuj():
    global a, b
    ALFA = 0.5
    zmena_a = 0
    zmena_b = 0
    for x, y in tabulka:
        chyba = y - f(x)
        zmena_a = zmena_a + chyba * x
        zmena_b = zmena_b + chyba
    a = a + ALFA * zmena_a / len(tabulka)
    b = b + ALFA * zmena_b / len(tabulka)

```

Súčasťou program je aj jednoduché vykresľovanie tréningových dát a grafu funkcie f (túto časť v príspevku neuvádzame) tak, ako vidno na obrázku 3. Grafom funkcie je v tomto prípade úsečka.



Obrázok 3: Lineárny fit (čierna úsečka) cez skupinu bodov (červené krúžky)

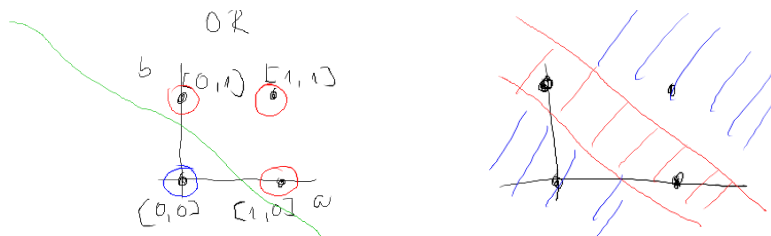
5 ZBER ÚDAJOV

Zber údajov prebehol v skupine 3 študentov. Dvaja študenti mali informatiku v kombinácii s matematikou, jeden v kombinácii s anglickým jazykom. Absolvovali sme 2 stretnutia, každé trvalo 1,5 hodiny (t. j. dve vysokoškolské vyučovacie hodiny), obe mali podobu workshopov. Študenti pracovali na svojich počítačoch, ich komunikáciu sme nijako neobmedzovali. Prvé stretnutie bolo prezenčné, druhé on-line. Ďalej uvádzame terénne zápisky z oboch stretnutí v skrátenej podobe.

5.1 Ako neurón počíta – záznam z prvého stretnutia

Prebrali sme:

- asi 5 minút sme venovali úvodu, čo je neurón, ako funguje (využili sme obrázky z [14]), ako neurón v informatike modelujeme, a ako počíta (kreslenie na tabuľu),
- jednotlivé kroky / etapy výpočtu sme zapísali v tabuľkovom kalkulátore (viď. obrázok 1); experimentovali sme s váhami a biasom a sledovali výsledok; najskôr spolu, neskôr sami študenti nastavovali parametre neurónu tak, aby sa počítali známe logické funkcie (OR, AND); ďalšou úlohou bolo, aby neuróny fungovali, keď majú na vstupe nielen 0 a 1, ale aj 0,25 (takmer nepravda) alebo 0,8 (temer pravda),
- samostatnú úlohu pre NAND zvládli rýchlo,
- nasledoval náročný problém s XOR aj s našim vysvetlením, prečo jeden neurón nestačí (obrázok 4); spoločne sme zostrojili sieť neurónov pre XOR a experimentovali s ňou,
- posledných 30 minút sme preprogramovali veci z tabuľkového kalkulátora do jazyka Python.



Obrázok 4: Neurón ako rovnicu priamky, ktorý podľa predikcie delí rovinu na dve polroviny, jednou priamkou vieme separovať výsledné hodnoty logickej spojky OR (vľavo), v prípade XOR jedna priamka nestačí (vpravo)

Pri práci v tabuľkovom kalkulatore, ale aj pri programovaní v jazyku Python, často stačilo vysvetliť ideu, iba naznačiť ako začať alebo vytvoriť kostru programu. Následne mali študenti veľkú snahu pracovať samostatne. My sme riešenie zostavovali a premietali tak, aby naša rýchlosť zodpovedala ich tempu. Je zaujímavé, že v istom okamihu sa od nás odpútali a tvorili samostatne. Naše riešenia potom využívali len na kontrolu svojho postupu, prípadne utvrdenie sa, že pracujú správne, hoci inak. Každý z nich mal vlastný variant, ktorý sa viac alebo menej líšil od nášho, ale bol funkčný. Extrémom bol jeden študent, ktorý mal v tabuľkovom kalkulatore úplne inak rozložené vzorce a výpočty, než my. Naše riešenie využívali aj pri testovaní, aby si overili, či ich vlastná verzia počíta správne – porovnávali si výsledky z tabuliek alebo výstupy z programu.

5.2 Ako sa neurón učí – záznam z druhého stretnutia

Prebrali sme:

- na začiatku sme v krátkosti pripomenuli to, na čom sme minule pracovali; občas sme dodali drobné vysvetlenia – aktivačná funkcia môže mať aj iný priebeh, jej výsledkom nemusí byť iba 0 / 1; neuróny sa môžu ukladať do vrstiev, môžu však tvoriť aj graf s cyklami,
- zadali sme otázku: ako automatizovať hľadanie váh a biasu – problém sme zjednodušili na to, ako zvoliť koeficienty funkcie $f(x) = a * x + b$ tak, aby napríklad $f(0) = 1, f(1) = 0.25$, pričom koeficient a môžeme chápať ako váhu pre vstup x a koeficient b ako bias,
- kvôli vizualizácii a kontrole výpočtov sme najskôr naprogramovali kreslenie grafu funkcie $f(x)$ v jazyku Python (viď. obrázok 3), zdôraznili sme, že koeficienty a, b sa neskôr budú meniť; študenti pracovali samostatne asi 30 minút, používali sme knižnicu `tkinter`; dvaja študenti kreslenie grafu zvládli rýchlo (jeden veľmi rýchlo), ale jeden veľmi zaostával; aby sa obaja študenti s hotovými riešeniami nenudili, dostali za úlohu vypočítať koeficienty a, b tak, aby funkcia f dávala výsledky podľa predchádzajúcej špecifikácie – aj túto úlohu zvládli bez problémov; študentovi, ktorý výrazne zaostával, sme radili, ale nakoniec sme prišli k tomu, aby opísal náš program na kreslenie grafu; následne sme kreslenie grafu testovali; jeden zo študentov sa čudoval, že pri zmene koeficientu a sa zmení sklon celej čiary, na čo sme naviazali úlohou, aby skúsil zmeniť aj parameter b ; ostatní študenti rozumeli, ako fungujú oba koeficienty a, b ,
- nasledovala otázka a diskusia: čo keď máme viac bodov a chceme cez ne nakresliť priamku „čo najlepšie“; jeden zo študentov rýchlo odpovedal, že na to je „predsa lineárna regresia“; ďalej sme o nej viac diskutovali, študenti vysvetlili, že absolvovali voliteľnú štatistiku, poznajú „metódu najmenších štvorcov“ a že sa „minimalizuje chyba“ (pre nás prekvapujúce a správne); následne sme naznačili, že pri hľadaní veľkého počtu koeficientov už vzniknú ťažkosti s rozsahom výpočtov, preto sa zoznámime s ešte inou stratégiou,
- v tabuľkovom kalkulatore sme vysvetlili postupnosť krokov, ako sa realizuje iteratívny výpočet koeficientov a, b (viď. obrázok 2); teóriu, ktorá je za metódou gradientového zostupu, sme nevysvetľovali, iba sme na intuitívnej úrovni naznačili, prečo sa pri zmene koeficientu počíta súčin *chyba* * x ; skontrolovali sme, či aj ich riešenia fungujú,

- nakoniec sme sa vrátili do prostredia Python a doprogramovali sme kreslenie bodov z trénujacej zostavy; podľa výpočtov z tabuľkového kalkulátora sme implementovali jeden krok tréningu; na vizualizáciu priebehu učenia sme použili časovač (opakovane sa volali podprogramy pre tréning a kreslenie), čím sa dalo sledovať, ako sa priamka postupne fituje; jeden zo študentov to chcel krokovať aj pomocou tlačidla,
- krátko sme experimentovali s rýchlosťami učenia (iba 0.1, 0.5, 1),
- posledné 3 minúty sme venovali stránke [15], zamerali sme iba na klasifikátory; naznačili sme, čo znamenajú zápisy v jazyku JavaScript na vytvorenie siete a nastavenie počtu neurónov.

Aj na tomto stretnutí si aspoň jeden študent rozmiestnil dáta a vzorce v tabuľkách po svojom, zaujímavé bolo, že si vymyslel svoju vlastnú trénujaciú zostavu. Celkovo sa študentom darilo, na záver mali dvaja úplne funkčné riešenia, jednému pravdepodobne výpočty fungovali, ale trénujacie dáta kreslil na nesprávne miesto.

6 VYHODNOTENIE

Pozitívne nás prekvapila samostatnosť študentov – očakávali sme, že budú premietané riešenia opisovať. To sa však dialo iba do určitého momentu, keď sa od nás odpúťali a prevládla snaha implementovať si veci po svojom.

Tým, že druhé stretnutie prebiehalo on-line, ťažšie sme získavali rýchly prehľad o tom, ako sa študentom darí, a ak sa študent aktívne neozval, pomalšie sme reagovali na problémy. Pri prezenčnej hodine sme využívali to, že si študenti vzájomne pomáhali, vysvetľovali a radili si.

Podľa práce študentov sa nám zdá, že rozumeli tomu, čo sa dialo. Napríklad, samostatné a rýchle zvládnutie neurónu pre NAND indikuje, že porozumeli modelu neurónu – ako fungujú váhy, bias a triviálna aktivačná funkcia. Nakoľko zvládli alebo do akej hĺbky rozumejú gradientovému zostupu, by si vyžadovalo ďalší výskum.

Postupnosť, keď si najskôr ujasníme matematiku a princípy v tabuľkovom kalkulátore, až následne sa prepneme do programovania, sa osvedčil. Zdalo sa, že študenti programovali podľa toho, čo mali vo svojich vlastných tabuľkách. Problém so vzorcami sme nepozorovali.

Na začiatku sme sa obávali chaosu, ktorý by mohol vzniknúť pri kombinovaní tabule / grafického editora, tabuľkového kalkulátora a programovania. Ten však nenastal. Mierne nás zaskočilo, že jeden študent mal problém, s kreslením grafu funkcie a tiež prekvapenie jedného študenta, že lineárny koeficient ovplyvňuje sklon priamky.

7 ZÁVER

Aj z analýzy a návrhu metodík v tomto príspevku vidno, že veľa času zabral dizajn a scenár oboch stretnutí. Ich vývoj prešiel viacerými iteráciami, vyskúšali sme niekoľko variantov: zjednodušovali a upravovali sme označovanie, uvažovali sme o znázorňovaní a kreslení, venovali sme sa rozloženiu buniek s výpočtami a architektúre programov. Sami pre seba sme simulovali priebeh vyučovania a odhadovali, či budú jednotlivé kroky na seba hladko naväzovať. Zároveň sme chceli vytvoriť priestor na modelovanie a konštruktivistické experimentovanie tak, aby sa pri celom procese nestratila zrozumiteľnosť.

Môžeme vidieť, že za neurónovými sieťami sa skrýva veľa matematiky. V našom prípade sme zápisy výpočtov zjednodušili až na úroveň základnej školy, hoci matematické idey za nimi také nie sú. Museli sme postupovať opatrne nielen preto, že matematické idey, ktorá sa za vzorcami skrývajú, sú pre študentov nové, ale aj kvôli množstvu krokov, pri ktorých sa dá veľa vecí pokaziť.

Na základe pozorovania by sme mohli sformulovať hypotézu, že pre niektoré typy úloh je výhodné najskôr modelovať v tabuľkovom kalkulátore, až následne v programovacom jazyku. Tabuľky sa ukázali užitočné pri oboch stretnutiach, programovanie vyniklo pri dynamických dejoch (trénujanie). S výskumom v tejto oblasti iba začíname a otvárame priestor pre pokračovanie s väčšou skupinou študentov, s dospelými učiteľmi, prípadne stredoškólakmi.

8 POĎAKOVANIE

Tento článok vznikol v rámci výskumu financovaného z projektu SGINPI (VEGA 1/0225/26).

9 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] FMFI – UK. *Informačný list predmetu Úvod do umelej inteligencie*. Online. Dostupné z: https://sluzby.fmph.uniba.sk/infolist/sk/2-UIN-356_22.html, [cit. 2026-01-09].
- [2] Nezisková organizace AI dětem, *AI dětem*. Online. Dostupné z: <https://aidetem.cz>, [cit. 2026-02-03].
- [3] SEEGERER, Stefan, LINDNER, Annabel a ďalší. *AI Unplugged*. Online. Dostupné z: <https://www.aiunplugged.org>, [cit. 2026-02-03].
- [4] MŠVVaM SR. *Umelá inteligencia vo vzdelávaní*. Online. Dostupné z: <https://ai.iedu.sk>, [cit. 2026-02-03].
- [5] Machine Learning for Kids. Online. Dostupné z: <https://machinelearningforkids.co.uk>, [cit. 2026-02-03].
- [6] Australian Framework for Generative Artificial Intelligence (AI) in Schools. Online. Dostupné z: <https://www.education.gov.au/schooling/resources/australian-framework-generative-artificial-intelligence-ai-schools>, [cit. 2026-01-09].
- [7] MIAO, Fengchun, CUKUROVA, Mutlu. *AI competency framework for teachers*. France: UNESCO 2024. ISBN 978-92-3-100707-1.
- [8] HEEG, Dagmar Mercedes, AVRAAMIDOU, Lucy. *Young children's understanding of AI*. Educ Inf Technol vol. 30. Springer, 2025. Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13169-x>.
- [9] DidInfo 2025 – Medzinárodná konferencia o vyučovaní informatiky. Online. Dostupné z: Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.24040/2025.9788055722306>, [cit. 2026-02-12].
- [10] WU, Wei, BURDINA, Gulnara, GURA, Alena. *Use of Artificial Intelligence in Teacher Training*. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.331692>, [cit. 2026-02-10].
- [11] STENBERG, Carl-Johan, ÅKERFELDT, Anna, STENLIDEN, Linnéa, MCGRATH, Cormac. *Teaching with the algorithm: anticipations of AI in teacher education*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/02619768.2025.2540793>, [cit. 2026-02-10].
- [12] HAYKIN, Simon S. *Neural networks and learning machines (3rd edition)*. Upper Saddle River: Pearson Education, © 2009. ISBN 978-0-13-147139-9.
- [13] GOODFELLOW, Ian, BENGIO, Yoshua, COURVILLE, Aaron. *Deep Learning*. MIT Press, 2016. Online. Dostupné z: <https://www.deeplearningbook.org/>, [cit. 2026-03-19].
- [14] *Neuron*. Online. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Neuron>, [cit. 2026-02-12].
- [15] *ConvNetJS Deep Learning in your browser*. Online. Dostupné z: <https://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/>, [cit. 2026-02-12].

Název	Thinking in Informatics Education International Proceedings
Editor	Ing. Jindra Drábková, Ph.D.
Vydavatel	Technická univerzita v Liberci Studentská 1402/2, Liberec
Schváleno	Rektorátem TUL dne 6. 5. 2026, čj. RE 14/26
Vyšlo	v květnu 2026
Vydání	1.
ISBN	978-80-7494-774-2
Č. publikace	55-014-26

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

