

Úroveň infromatického myslenia žiakov zapojených do Národného projektu IT Akadémia

Ján Guniš
UPJŠ v Košiciach,
Prírodovedecká fakulta
Jesenná 5
041 54 Košice
Slovensko
jan.gunis@upjs.sk

Ľubomír Šnajder
UPJŠ v Košiciach,
Prírodovedecká fakulta
Jesenná 5
041 54 Košice
Slovensko
lubomir.snajder@upjs.sk

Veronika Jurková
UPJŠ v Košiciach,
Prírodovedecká fakulta
Jesenná 5
041 54 Košice
Slovensko
veronika.kopцова@upjs.sk

Zuzana Tkáčová
UPJŠ v Košiciach,
Prírodovedecká fakulta
Jesenná 5
041 54 Košice
Slovensko
zuzana.tkacova1@upjs.sk

ABSTRAKT

V Národnom projekte IT Akadémia sa okrem aktualizácie obsahu, metód a foriem výučby zameriavame aj na rozvoj infromatického myslenia žiakov. Pre potreby vyhodnotenia efektívnosti výučby podľa nami navrhnutých inovatívnych metodík sme vyvinuli vlastný test infromatického myslenia. V príspevku uvádzame výsledky vstupného testovania žiakov základných a stredných škôl v oblasti infromatického myslenia. Výsledky ukazujú na štatisticky významné rozdiely medzi žiakmi z rôznych cieľových skupín (vek, typ školy, pohlavie). Výsledky považujeme za užitočné aj na úrovni jednotlivých škôl, tried a tiež jednotlivcov. Učiteľom umožnia lepšie spoznať svojich žiakov a podľa toho zaradiť vhodné pedagogické intervencie.

ABSTRACT

In the National IT Academy project, in addition to updating the content, methods and forms of teaching, we also focus on the development of pupils' computational thinking. In order to evaluate the effectiveness of teaching according to our innovative teaching materials, we have developed our own computational thinking test. In the paper we present the results of the initial testing of primary and secondary school pupils in the field of computational thinking. The results show statistically significant differences between pupils from different target groups (age, type of school, gender). The results are useful at the level of particular schools, classes and also individuals. They enable teachers to get to know their pupils better and to include appropriate pedagogical interventions accordingly.

Kľúčové slová

infromatické myslenie, hodnotenie žiakov, porovnanie populácií, koncepty infromatického myslenia

Keywords

computational thinking, pupils' assessment, population comparison, computational thinking concepts

1 ÚVOD

Súčasťou infromatického vzdelávania je meranie výsledkov učenia sa žiakov. Popri meraní odborných infromatických poznatkov žiakov rôznymi nástrojmi hodnotenia (napr. didaktickými testami, rubrikami či škálami pre hodnotenie projektov) vyvstáva v súčasnosti potreba merať aj

na predmete nezávislé schopnosti žiakov nevyhnutné pre vzdelávanie a život v 21. storočí. V našom výskume sme sa zamerali na meranie úrovne **informatického myslenia** žiakov (angl. computational thinking, ďalej IM), ktoré podľa [1] môžeme vymedziť ako efektívne riešenie problémov s pomocou počítača alebo bez neho. IM je komplexná schopnosť tvorená viacerými **konceptmi**. Viaceré významné vzdelávacie spoločnosti (napr. Computer Science Teachers Association, International Society for Technology in Education, Computing at School) navrhli vlastné rámce konceptov IM. Pre naše výskumné účely sme vybrali šesticu konceptov navrhnutých Computing at School, a to konkrétne:

- **Logika** – predpovedaj, analyzuj
(logicky vyvodzovať závery z pozorovaní a experimentov, analyzovať nejaký systém/program a predpovedať jeho správanie sa)
- **Algoritmy** – vytváraj kroky a pravidlá
(zostavovať postupy činnosti pre nejakého vykonávateľa (algoritmy, programy, scenáre, storyboardy) a tiež využívať, upravovať, vylepšovať vytvorené postupy (algoritmy, programy, scenáre, storyboardy))
- **Dekompozícia** – rozdeľ na časti
(rozdeľovať problém na ľahšie podproblémy, riešenie ktorých bude využiteľné pri riešení pôvodného problému)
- **Hľadanie vzorov** – rozpoznaj a využívaj podobnosti
(rozpoznávať a určovať v systéme rovnaké/podobné časti/vlastnosti/pravidlá a využívať nájdené vzory pri rôznych činnostiach/riešení problému)
- **Abstrakcia** – vyber podstatné, odhliadni od menej podstatného
(určovať, ktoré detaily/prvky/vlastnosti/vzťahy systému sú v danej situácii podstatné a ktoré môžeme zanedbať)
- **Vyhodnotenie** – rob rozhodnutia
(určovať relevantné kritériá hodnotenia a podľa nich vyhodnocovať projekt/program/algorithmus)

Popri rôznych rámcoch IM existujú aj rôzne **spôsoby merania IM**:

- Rubriky pre hodnotenie žiackych projektov [2]
- Analýza projektového portfólia žiakov [3]
- Interview k vlastným projektom [3]
- Posúdenie návrhových scenárov pripravených cudzích projektov [3]
- Testy [4]
- Kompetenčne zamerané meranie [5]

V národnom projekte IT Akadémie (skr. NPITA) [6] vyvíjame obsahovo aj metodicky inovatívne metodiky pre rôzne témy školskej informatiky, ktoré majú zároveň ambíciu rozvíjať IM. Pre vyhodnotenie efektívnosti týchto metodík sme potrebovali použiť nejaký nástroj na meranie IM. Po analýze existujúcich nástrojov sme sa rozhodli vzhľadom na špecifiká NPITA navrhnuť vlastný test IM.

2 TEST INFORMATICKÉHO MYSLENIA

Na začiatku vývoja testu IM sme si stanovili niekoľko požiadaviek [7], medzi ktoré patria hlavne: nezávislosť od konkrétnych predmetových poznatkov, záber pre všetky vekové skupiny žiakov (2. stupeň ZŠ a SŠ), administrovateľnosť testu v rámci jednej vyučovacej hodiny a možnosť strojového vyhodnotenia riešenia testu. Test IM je testom relatívneho výkonu žiaka. Úspešnosť žiaka vyhodnocujeme v rámci jeho kategórie (vek, typ školy) a vyjadrujeme ho percentilom.

Test IM sme vyvíjali vo viacerých na seba nadväzujúcich etapách. Z banky 30 kandidátskych úloh sme zostavili tlačенú beta-verziu testu s 2 uzavretými a 10 otvorenými úlohami, ktorá bola v novembri 2017 administrovaná so skupinou 26 študentov rozširujúceho štúdia informatiky.

Na základe výsledkov tohto testovania sme zostavili verziu 1.0 testu IM s 8 uzavretými a 3 otvorenými úlohami, ktorý sme administrovali v decembri 2017 až januári 2018 na 862 žiakoch z 11 pilotných škôl (4 ZŠ, 4 SOŠ a 3 gymnázií). Napokon sme po analýze výsledkov testu 1.0 zostavili verziu 1.1 testu IM s 10 uzavretými a 2 otvorenými úlohami, ktorý sme administrovali v marci 2018 až v decembri 2019 na 31 771 žiakoch zo škôl zapojených do NPITA.

Tento iteratívny vývoj testu IM bol nevyhnutý pre zabezpečenie kvality výslednej verzie testu IM. Medzi najpodstatnejšie úpravy verzie 1.1 testu IM oproti jeho verzii 1.0 patria:

- K samotnému testu sme zaradili aj krátky postojový dotazník k programovaniu na zistenie vzťahu medzi úrovňou IM žiakov a ich postojom k programovaniu.
- Do testu sme doplnili 1 uzavretú úlohu pre testovanie konceptu algoritmy, čím sme v teste lepšie vyvážili zastúpenie jednotlivých konceptov IM.
- Pre každú testovaciu úlohu sme doplnili aj možnosť odpovede „neviem“, aby sme eliminovali možnosť náhodných odpovedí.
- Pri vybraných úlohách sme upravili distraktory pre mapovanie viacerých žiackych miskonceptí.
- V zadaní testovacích úloh sme farebne zvýraznili podstatné informácie a zredukovali synonymá (eliminujeme vplyv nižšej úrovne čitateľskej gramotnosti žiakov).
- Do zadania niektorých testovacích úloh s nižšou úspešnosťou sme doplnili ilustračný príklad, aby sme pomohli žiakom lepšie pochopiť zadanie.
- Redukovali sme množstvo zobrazovaných informácií v jednotlivých testovacích úlohách. Pôvodne použitý prepínač (HTML element radio) sme nahradili rozbaľovaním zoznamom (HTML element select).
- Testovaciu úlohu nezobrazujeme naraz, ale jednotlivo na jednej samostatnej rolovateľnej obrazovke, čím eliminujeme nechcenú spoluprácu žiakov.
- Na vyhodnotenie aktuálnej verzie testu sme namiesto tabuľkového kalkulátora použili Python skripty.

3 METODIKA VYHODNOCOVANIA TESTU INFORMATICKÉHO MYSLENIA

3.1 Kategorizácia žiakov

Keďže test IM je testom relatívneho výkonu, vyhodnocovali sme úspešnosť riešenia testu pre každú vekovú kategóriu zvlášť. Naším pôvodným zámerom bolo kategorizovať žiakov podľa školských ročníkov. Vzhľadom na voľnosť pomenovania tried (napr. Dúha, Lúka, Vesmír) to nebolo možné. Zvolili sme preto kategorizáciu podľa veku. Pri tejto kategorizácii sa môže stať, že dvaja spolužiaci z rovnakej triedy budú zaradení v rôznych kategóriách. Vek žiaka je však údaj, ktorý vieme určiť presne.

Rovnako sme odlišovali aj typ školy, ktorý žiak v čase riešenia testu navštevoval. Keďže nevieme odlíšiť či žiak navštevuje osemročné alebo štvorročné gymnázium (obidva typy škôl majú rovnaký číselník), rozdelili sme gymnaziálnych žiakov podľa veku. Kategóriu gymnázium (10-14) zastupujú prevažne žiaci osemročných gymnázií. V kategórii gymnázium (15-19) sú žiaci osemročných aj štvorročných gymnázií.

3.2 Typy úloh

Samotný test obsahuje 12 úloh testujúcich koncepty IM a 2 postojové otázky. Úlohu testujúce koncepty IM sú nasledovných typov:

- **Typ 1:** Úloha, kde musí žiak vyhodnotiť rôzne ponúkané odpovede. Každú z odpovedí žiak hodnotí jednou z možností správne/nesprávne/neviem, prípadne iné ekvivalentné formulácie podľa kontextu úlohy. Test obsahuje 7 úloh tohto typu.

- **Typ 2:** Úloha, kde má žiak pre vybrané objekty vystupujúce v úlohe vybrať jednu z ponúkaných možností alebo môže vybrať možnosť neviem. V teste sú 3 úlohy typu 2.
- **Typ 3:** Otvorená úloha v ktorej žiak odpoveď vytvára. V teste sme použili 2 úlohy tohto typu.

V odpovediach sme žiakom dali možnosť odpovede „neviem“¹. Takáto odpoveď bola tiež hodnotená počtom bodov 0. Pri štatistickom vyhodnotení však vieme odlíšiť nesprávnu odpoveď od možnosti, keď žiak sám usúdil, že odpovedať nevie.

Rozdelenie úloh podľa jednotlivých typov a ich mapovanie na koncepty [1] informatického myslenia je uvedené v tabuľke (Tabuľka 1).

Tabuľka 1: Mapovanie úloh na koncepty informatického myslenia a typ úlohy

atribút/úloha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Koncepty informatického myslenia	logika					✓					✓		
	algoritmy								✓	✓			✓
	vzory						✓	✓					
	dekompozícia	✓	✓							✓			
	vyhodnotenie	✓						✓	✓			✓	
	abstrakcia			✓	✓								
Typ úlohy	typ 1	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓		
	typ 2					✓						✓	✓
	typ 3							✓	✓				

3.3 Vyhodnocovanie riešení úloh

Počet respondentov predstavuje rádovo desať tisíce. Ručné vyhodnocovanie preto neprichádzalo do úvahy. Riešenia úloh sme preto vyhodnocovali pomocou skriptov (ako programovací jazyk sme použili jazyk Python). Pre vyhodnotenie každej úlohy (resp. odpovedí v danej úlohe) sme vytvorili samostatnú funkciu, ktorá odpovede žiaka v úlohe analyzovala a vrátila bodové hodnotenie danej úlohy, resp. bodové hodnotenie konceptov IM, ktoré sme v úlohe testovali. Bodový zisk žiaka za každú úlohu bol normovaný na maximálny zisk 1 bodu. Každá úloha v teste k celkovému hodnoteniu prispela rovnakou mierou. V tomto prípade mal test 12 samostatne hodnotených položiek.

Pri ďalšej analýze odpovedí žiakov sme zvlášť vyhodnocovali aj úspešnosť jednotlivých konceptov IM. Bodové zisky žiakov z jednotlivých konceptov v úlohách sme sčítali pre každý koncept zvlášť a znormovali na maximálny zisk z daného konceptu na 1 bod. V tomto prípade sme test hodnotili ako 6-položkový.

Úlohy **typu 1** sme vyhodnocovali nasledovne. Každú odpoveď žiaka sme vyhodnocovali samostatne. Ak žiak označil všetky správne odpovede ako správne a všetky nesprávne odpovede ako nesprávne získal plný počet bodov. Ak úloha mapovala viac konceptov IM, za nesprávne označenie odpovede sme žiakovi nepriznali body len v tom koncepte IM, v ktorom týmto nesprávnym označením zlyhal. Ak sa v úlohe dali označiť viaceré odpovede ako správne, ale vzájomne sa vylučovali, tak za ich súčasné označenie získal žiak celkové hodnotenie 0.

Úlohy **typu 2** sme vyhodnocovali analýzou celkovej situácie vyplývajúcej zo žiackeho výberu možností pre jednotlivé objekty. Čím viac sa žiacke priradenie priblížilo k očakávanému, tým viac bodov žiak dostal. Ak výsledné priradenie možností pre jednotlivé objekty bolo konfliktné, bodový zisk žiaka sme krátili.

Úlohy **typu 3** sme vyhodnocovali interpretáciou žiackeho riešenia, pričom sme sledovali, či sa podarilo splniť požadované ciele zadané v úlohe. Na základe množstva dosiahnutých cieľov sme navyšovali zisk žiaka. Keďže išlo o otvorenú úlohu, akceptovali sme s nejakým krátením bodového zisku žiaka aj odpovede, ktoré nespĺňali požadované formálne parametre.

¹ Ako odpoveď neviem sme akceptovali aj rôzne modifikácie tohoto slova, napr. „neveim“, „nevim“, „neveimto“.

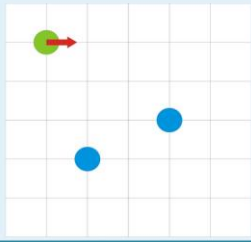
3.4 Ukážka vyhodnotenia a analýza riešenia úlohy

Pre lepšiu predstavu uvádzame konkrétnu úlohu (v teste úloha číslo 8) a postup pri jej vyhodnocovaní. Úlohou žiakov v tejto úlohe bolo nájsť a zapísať algoritmus pre robota tak, aby splnil požadovanú úlohu (Obrázok 1). Z výsledkov pilotného overovania testu sme usúdili, že požiadavku na efektívnosť riešenia žiaci dostatočne nereflektovali. Podobne aj očakávanú formu odpovede, postupnosť znakov D a T. Tieto prvky sme v zadaní úlohy vo výslednej verzii testu zvýraznili (červená farba) alebo doplnili (požiadavka len na D a T).

Zelený robot roznáša v skladisku materiál ostatným robotom. Pri svojej činnosti používa len dva jednoduché príkazy:

- D (pohyb dopredu o krok na mriežke)
- T (otočenie vpravo o 90°)

Akou **najkratšou postupnosťou** týchto **príkazov** roznesie a odovzdá materiál obojmodrým robotom? Píšte len písmená D a T bez medzier a čiarok. Smer natočenia robota na začiatku je vyznačený šípkou. Ak neviete, napíšte: neviem.



Obrázok 1: Ukážka zadania úlohy v teste informatického myslenia

Táto úloha je typu 3. V riešení úlohy sme sledovali dva koncepty IM, ktoré sa na celkovom hodnotení riešenia podieľali rovnakou mierou:

- **algoritmy** – vytvorenie algoritmu, realizáciou ktorého sa zelený robot postupne dostane na pozície obojmodrých robotov,
- **vyhodnotenie** – postupnosť príkazov by mala byť čo najkratšia.

Pre vyhodnotenie odpovede žiaka sme naprogramovali jednoduchý interpret, ktorý sa pokúsil realizovať žiakov algoritmus a sledoval pritom splnenie požiadaviek. Napriek tomu, že inštrukcia pre žiaka znie: „Píšte len písmená D a T bez medzier a čiarok“, ide o otvorenú úlohu.

Pri vyhodnotení sme sa rozhodli akceptovať a vyhodnotiť aj odpovede, ktoré nie celkom spĺňali požiadavku na formu odpovede. Ak odpoveď žiaka obsahovala niektoré zo znakov: , , , , , alebo biely znak, tak v odpovedi sme malé písmená nahradili veľkými a ostatné z uvedených znakov sme odstránili. Za takúto formálnu chybu sme celkový bodový zisk žiaka z úlohy násobili koeficientom 0,9. Ak odpoveď obsahovala nejaké iné znaky, vyhodnotili sme ju ako nesprávnu s počtom bodov 0.

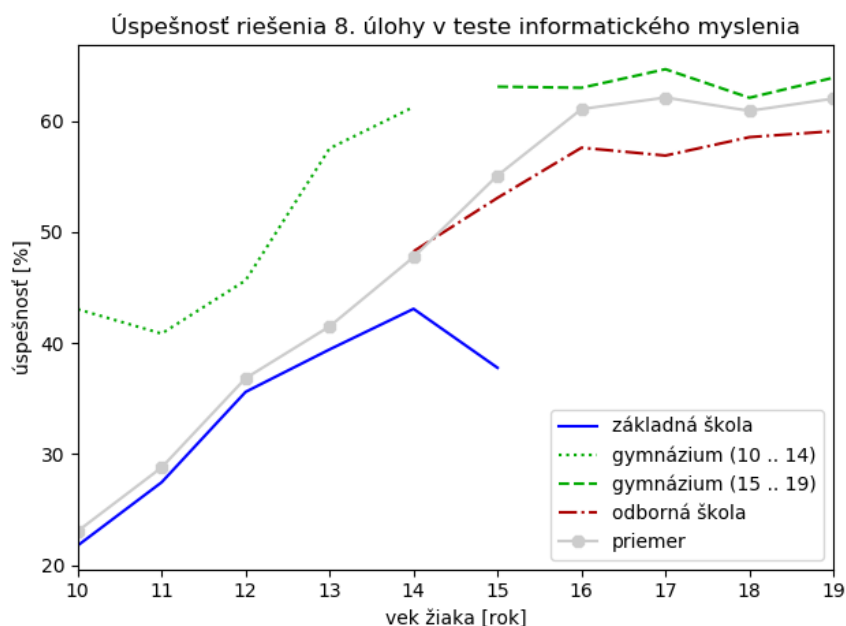
Koncept algoritmy sme hodnotili nasledovne:

- Ak sa zelený robot dostal na pozíciu jedného z modrých robotov, žiak získal 0,25 bodu.
- Ak sa robot dostal aj na pozíciu druhého modrého robota, žiak získal ďalších 0,25 bodu.

Koncept vyhodnotenie sme hodnotili nasledovne:

- Ak sa zelený robot zo štartovacej pozície dostal k modrému robotu (nerozlišujeme ku ktorému) najkratšou možnou postupnosťou príkazov, žiak získal 0,1 bodu.
- Ak sa zelený robot od navštíveného modrého robota dostal k druhému modrému robotu najkratšou možnou postupnosťou príkazov, žiak získal 0,1 bodu.
- Ak zelený robot po návšteve druhého modrého robota už nevykonal žiaden príkaz navyše, žiak získa 0,1 bodu.
- Ak zelený robot navštívil modré roboty v správnom poradí a použitím najmenšieho možného počtu príkazov, žiak získal 0,2 bodu.

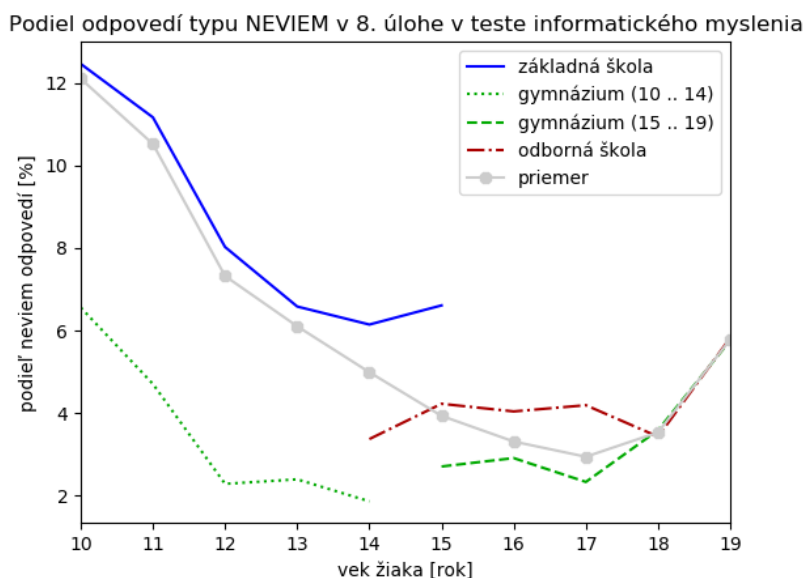
Úspešnosť riešenia tejto úlohy sme vyhodnotili pre každú vekovú kategóriu žiakov a typ školy, ktorú žiaci navštevujú (Obrázok 2).



Obrázok 2 Výsledky riešenia úlohy 8

Z grafu vidno, že úspešnosť riešenia úlohy rastie s vekom žiaka. Rovnako vidno ako osemročné gymnázia odoberajú „lepších“ žiakov zo ZŠ. Zaujímavá je aj zmena smernice úspešnosti gymnázií po nástupe žiakov ZŠ na štvorročné gymnázia. Výrazne záporná smernica úspešnosti sa objavuje na ZŠ medzi 14 a 15 vekom žiakom. Zdôvodniť to „uvoľnenosťou“ žiakov v 9. ročníku ZŠ by bolo bez ďalšieho skúmania unáhľeným záverom.

Ak sa pozrieme na zastúpenie odpovedí typu NEVIEM (Obrázok 3), ich počet s vekom klesá. Podobný trend sme očakávali. Zaujal nás nárast od veku 17 rokov. Nepredpokladáme, že to súvisí so skutočnou vedomostnou úrovňou žiakov. Skôr si myslíme, že odpoveď neviem si žiaci vybrali ako „skratku“ pre rýchle ukončenie testu.



Obrázok 3 Podiel odpovedí typu NEVIEM v úlohe 8

4 VÝSLEDKY TESTU INFORMATICKÉHO MYSLENIA

4.1 Výskumná vzorka

Test IM sme administrovali na populácii 31 771 žiakov ZŠ a SŠ. Z tohto počtu žiakov test ukončilo a odoslalo na hodnotenie 28 617. Aby sme z nameraných dát dostali čo najmenej skreslené výsledky, očistili sme dáta o extrémne hodnoty. Pomocou Dixonovho testu extrémnych hodnôt sme vylúčili odpovede účastníkov s celkovým časom administrácie testu menším ako 10 minúty a väčším ako 61 minút. Týmto sa znížil počet vyhodnocovaných testov na 22 926. Celkové rozloženie výskumnej vzorky uvádzame v nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 2).

Tabuľka 2: Absolútne početnosti jednotlivých skupín žiakov

typ školy\vek	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	spolu
základná škola	939	2302	2505	2583	1725	575	0	0	0	0	10629
gymnázium (10-14)	61	255	350	334	591	0	0	0	0	0	1591
gymnázium (15-19)	0	0	0	0	0	1441	2337	1758	1116	295	6947
odborná škola	0	0	0	0	89	781	1287	859	554	189	3759
spolu	1010	2568	2867	2930	2419	2812	3640	2634	1688	503	22926

4.2 Výsledky testu IM

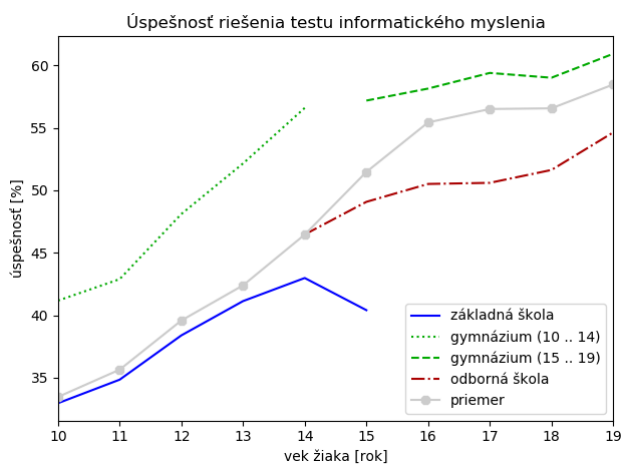
Pri vyhodnení testu sme sa zamerali na porovnanie výsledku testu pre rôzne kategórie žiakov. Zaujímala nás rozdielnosť výsledkov testu vzhľadom na vek, pohlavie a typ školy pre jednotlivé úlohy testu, jednotlivé koncepty IM a test ako celok.

Na štatistické vyhodnocovanie (pomocou programu SPSS) boli použité neparametrické testy z dôvodu, že dáta nepodliehajú normálnemu rozdeleniu. Mann-Whitney test bol použitý pre porovnania dvoch kategórií (pohlavie) a Kruskal Wallis test pre porovnanie troch a viac kategórií (typ školy).

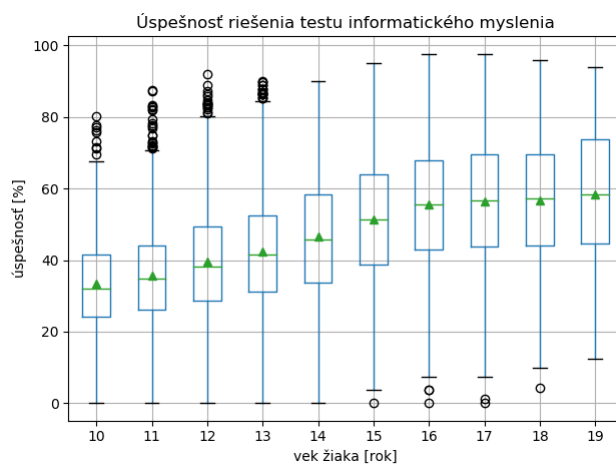
Úspešnosť riešenia každej úlohy testu v celej populácii bola v akceptovateľnom rozmedzí 25 % až 65 %.

Z pohľadu celkovej úspešnosti sa štatisticky významná rozdielnosť na hladine významnosti $\alpha=0,01$ preukázala pre pohlavie v prospech chlapcov a pre typ školy v poradí od najslabšej ZŠ, SOŠ a GYM.

Na základe Spearmanovho korelačného koeficientu na hladine významnosti $\alpha=0,01$ bola preukázaná mierna priama závislosť medzi vekom žiakov a úspešnosťou testu s hodnotou 0,441, čo potvrdzuje zistenie, že žiaci ZŠ dosahujú nižšie skóre ako žiaci SŠ. Táto závislosť ale nie je vysoká, čo môže byť odôvodnené rozdielnosťou skóre pre SOŠ a GYM. Závislosti medzi vekom a úspešnosťou pre jednotlivé typy škôl sú nasledovné: ZŠ 0,208; SOŠ 0,064; GYM(15-19) 0,055; GYM(10-14) 0,326. Na obrázku (**Obrázok 4**) je znázornená priemerná úspešnosť žiakov podľa veku a typu školy. Na obrázku (**Obrázok 5**) je znázornená charakteristika polohy a variability výsledkov žiakov pre jednotlivé vekové kategórie.



Obrázok 4 Priemerná úspešnosť žiakov podľa veku a typu školy



Obrázok 5 Charakteristiky polohy a variability úspešnosti žiakov podľa veku

Na hladine významnosti $\alpha=0,01$ sa preukázala štatisticky významná rozdielnosť v pohľadávkach v prospech chlapcov pre úlohy 1, 5, 6, 8, 10, 11; v prospech dievčat pre úlohy 3, 7, 9, 12. Úlohy 2, 4 sú vzhľadom na pohlavie vyrovnané.

Podobne boli otestované jednotlivé koncepty IM, kde sa štatisticky významná rozdielnosť medzi pohlaviami preukázala pre koncepty logika a vyhodnotenie v prospech chlapcov a abstrakcia v prospech dievčat. Ostatné koncepty sú vzhľadom na pohlavie vyrovnané.

Pri konceptoch bola navyše otestovaná rozdielnosť medzi typom školy. Pre všetky koncepty sa preukázala štatisticky významná rozdielnosť medzi typom školy v poradí od najslabšej ZŠ, SOS, GYM.

Zisťovali sme tiež závislosti testovacích úloh a závislosti konceptov IM. Pre tieto kvantitatívne dáta sme použili Pearsonov korelačný koeficient. Na hladine významnosti $\alpha=0,01$ bola otestovaná štatistická významnosť týchto korelácií. Štatisticky významná korelácia sa preukázala medzi všetkými úlohami v rozmedzí 0,110-0,329. Najvyššia korelácia je medzi úlohami 5 a 8, a 7 a 8. V prípade konceptov sa medzi všetkými preukázala štatisticky významná korelácia v rozmedzí 0,225-0,643. Najvyššia závislosť (okolo 0,60) je medzi konceptami algoritmy a vyhodnotenie, algoritmy a dekompozícia, vyhodnotenie a vzory, vyhodnotenie a dekompozícia.

Na výpočet spoľahlivosti testu – reliability sme použili Cronbachov koeficient alfa. Po vyhodnotení testu po úlohách (12 položiek) sme dostali uspokojivé výsledky reliability pre jednotlivé typy škôl a pohlavia. Výsledky uvádzame v tabuľke (Tabuľka 3).

Tabuľka 3 Reliabilita testu z pohľadu úloh pre jednotlivé typy škôl a pohlavie

cieľová skupina	všetci	chlapci	dievčatá	ZŠ	SOS	GYM
Cronbachov koeficient alfa	0,756	0,775	0,738	0,673	0,701	0,710

Ešte vyššiu hodnotu Cronbachovho koeficientu alfa sme dostali pri vyhodnotení testu po konceptoch IM (6 položiek), a to 0,812.

5 DISKUSIA

Pri tvorbe testu sme uvažovali vytvoriť rôzne testy pre jednotlivé vekové kategórie. Z praktických dôvodov sme vytvorili jeden test IM. Žiakov vždy vyhodnocujeme v danej kategórii v závislosti od veku alebo typu školy.

Náš test ukázal štatisticky významný rozdiel v úspešnosti riešenia úloh medzi chlapcami a dievčatami v prospech chlapcov. Meraním podobnej schopnosti sa zaoberala aj PISA 2012. Podľa [8] „Schopnosť riešenia problémov znamená, že jednotlivec využíva svoje kognitívne procesy na

porozumenie a vyriešenie problémovej situácie, kde spôsob riešenia nie je okamžite jednoznačný.“ Z Národnej správy PISA 2012 vyplýva, že chlapci na Slovensku dosahovali štatisticky významne lepšie výsledky ako dievčatá (v priemere o 22 bodov). Najlepšie výsledky v riešení problémov dosahovali žiaci 8-ročných a 4-ročných gymnázií. Rovnaké závery konštatujeme aj na základe výsledkov testu IM. Pre úplnosť uvádzame, že testovanie PISA sa týka len 15 ročných žiakov. Do nášho testu sme zahrnuli žiakov vo veku 10 až 19 rokov.

V roku 2018 IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) uskutočnila druhý cyklus štúdie ICILS (International Computer and Information Literacy Study), v ktorej popri hodnotení počítačovej a informačnej gramotnosti žiakov doplnili aj hodnotenie IM [9]. Do tejto unikátnej medzinárodnej štúdie sa zapojilo 46000 žiakov zo 14 krajín a regiónov (mimo SR a ČR). V tejto štúdii v teste počítačovej a informačnej gramotnosti dosiahli dievčatá (so skóre 505 bodov) lepšie výsledky ako chlapci (so skóre 488 bodov). Ale v teste IM, podobne ako v našom teste, dosiahli chlapci (so skóre 502 bodov) lepšie výsledky ako dievčatá (so skóre 498 bodov).

Ak v našom teste poskytneme žiakom možnosť odpovede „neviem“, tak na jednej strane nenútime žiaka odpovedať na otázku na ktorú odpovedať nevie (náhodná odpoveď), ale na druhej strane poskytujeme žiakom príležitosť „rýchlo“ sa zbaviť povinnosti riešenia testu. Koľko žiakov odpovedalo neviem práve z druhého dôvodu nevieme zistiť. Z výsledkov (Obrázok 3) však môžeme usudzovať, že najmä vyššie vekové kategórie odpoveď neviem vyberali z tohto dôvodu. Túto možnosť sme poskytli aj z dôvodu, že systém sme nastavili tak, aby odpoveď bola povinná.

Pre ďalší výskum je zaujímavé zistiť skutočný dôvod poklesu úspešnosti na konci ZŠ a nárast počtu odpovedí typu NEVIEM na konci SŠ. V rámci projektu NPITA boli niektoré školy vybavené laboratórnym vybavením pre prírodné vedy, matematiku a informatiku. Toto vybavenie získali vybrané školy na základe hodnotenia ich predchádzajúcich aktivít a záujmu o zapojenie sa do aktivít projektu. Predpokladali sme, že aktívni učitelia z týchto škôl svojou predchádzajúcou aktivitou ovplyvnili aj úroveň žiakov a teda, že žiaci z týchto škôl budú v teste úspešnejší. Tento predpoklad sa však na základe štatistického vyhodnotenia nepreukázal. Pre ďalšie skúmanie bude zaujímavé zistiť, ako sa prítomnosť dodaného laboratórneho vybavenia podpíše pod úspešnosť žiakov v teste IM na konci projektu.

Pomerne veľké množstvo testov, ktoré sme vyradili z hodnotenia je zrejme spôsobené procesom administrácie cez viacero stupňov (autori testu → garant aktivity v NPITA → koordinátor na škole → učiteľ → žiak) a tiež procesom spracovania výsledkov cez viacero stupňov (odpovede žiakov + dáta z informačného systému školstva → vyhodnotenie riešenia úloh → štatistické spracovanie).

Zaujímavé bude zistiť, ako sa líšia žiaci medzi sebou na základe porovnania výsledkov v jednotlivých konceptoch IM. Napríklad u koľkých žiakov je dominantný 1 či 2 koncepty voči ostatným konceptom. Koľkí žiaci majú dobre vybalansované všetky koncepty IM?

Zatiaľ nevieme presne povedať, do akej miery k rozvoju jednotlivých konceptov IM prispieva vek (vývoj psychiky) a do akej miery samotné vzdelávanie.

6 ZÁVER

Výsledky testu IM na vzorke 22 296 žiakov ZŠ a SŠ zapojených do NPITA ukázali, že úspešnosť riešenia testu je závislá od veku žiaka (rastie s vekom), typu školy (v poradí ZŠ, SOŠ, GYM) aj pohlavia (v prospech chlapcov). Zaujímavé zistenie je, že žiaci GYM(10-14) dosahujú porovnateľnú úroveň ako žiaci SOŠ, ktorí sú o 4 až 5 rokov starší.

Preto porovnávať žiakov navzájom má zmysel len v rámci vybranej vekovej kategórie a typu školy a navyše len relatívne pomocou percentilov.

Štatistické hodnotenie ukázalo aj na uspokojivú reliabilitu testu vzhľadom k 6 konceptom IM. Priemerný čas administrovania testu (cca 27 minút) ukazuje na jeho praktickú použiteľnosť v rámci jednej vyučovacej hodiny.

Na jar 2020 budeme administrovať retest IM a po jeho štatistickom vyhodnotení spolu s testom IM vyhodnotíme mieru dopadu našich inovatívnych metódik.

Výsledky testu (percentil) poskytujeme učiteľom a žiakom až po spracovaní všetkých v danom čase dostupných dát.

7 POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol vytvorený v rámci národného projektu IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie, ktorý sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Ľudské zdroje a projektu KEGA 029UKF-4/2018 Inovatívne metódy vo výučbe programovania v príprave učiteľov a IT odborníkov.

8 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] BCS Barefoot: Computational Thinking Concepts and Approaches [online]. [vid. 19. 12. 2019]. Dostupné na: <https://www.barefootcomputing.org/concept-approaches/computational-thinking-concepts-and-approaches>
- [2] SHERMAN, Mark and Fred MARTIN. The assessment of mobile computational thinking. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 2015, roč. 30, č. 6., p 53-59 [online]. [vid. 19. 12. 2019]. Dostupné na: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2753037>
- [3] BRENNAN, Karen and Mitchel RESNICK. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*. 2012, p. 1-25 [online]. [vid. 19. 12. 2019]. Dostupné na: http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf
- [4] GOUWS, Lindsey, BRADSHAW, Karen and Peter WENTWORTH. First year student performance in a test for computational thinking. In *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*. 2013, p. 271-277
- [5] DENNING, Peter J. Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*. 2017, roč. 60, č. 3, p. 33-39 [vid. 19. 12. 2019]. ISSN:0001-0782. Dostupné tiež na: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2998438>
- [6] Kolektív autorov. Národný projekt IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie [online]. [vid. 19. 12. 2019]. Dostupné na: <http://itakademia.sk/sk/domov/>
- [7] ŠNAJDER, Ľubomír, GUNIŠ, Ján, TKÁČOVÁ, Zuzana, KOPČOVÁ, Veronika, HANESOVÁ, Angelika a Mária SPIŠÁKOVÁ. Mária Test informatického myslenia – priebežné výsledky. In: *DidInfo 2018: mezinárodní konference o vyučování informatiky : 4.-6.4.2018, Liberec. - Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2018. ISBN 9788074944246. S. 260-269, [online]. [vid. 19. 12. 2019]. Dostupné na: http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/Didinfo_2018.pdf*
- [8] Kolektív autorov. Národná správa PISA 2012 [online]. [vid. 19. 12. 2019]. Dostupné na: https://www.nucem.sk/dl/3491/N%C3%A1rodn%C3%A1_spr%C3%A1va_PISA_2012.pdf
- [9] FRAILLON, Julian, John AINLEY, Wolfram SCHULZ, Tim FRIEDMAN a Daniel DUCKWORTH, 2019. *Preparing for life in a digital world: the IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report*. Amsterdam, The Netherlands: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). ISBN 978-3-030-38781-5. Dostupné tiež na: https://research.acer.edu.au/ict_literacy/23