

Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia

*Zuzana Ješková, Stanislav Lukáč, Ľubomír Šnajder, Ján Guniš,
Brigita Balogová, Marián Kireš*

Abstrakt

Bádateľsky orientované vzdelávanie (BOV) patrí v poslednom období k najčastejšie **skloňovaným** pojmom v súvislosti s **inováciou prírodovedného vzdelávania**. Cieľom BOV je okrem konceptuálneho porozumenia aj rozvoj žiackych zručností realizovať bádanie a vyhodnocovať jeho výsledky. Prezentovaný výskum je zameraný na diagnostikovanie aktuálnej úrovne rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov gymnázia. Vychádzajúc z dostupných testov bol na základe klasifikácie bádateľských zručností vytvorený test bádateľských zručností. Testové úlohy určené na posúdenie úrovne zručnosti plánovať postup experimentu (identifikovať premenné a ich vzťah), transformovať výsledky do grafu, určovať vzťahy medzi premennými, identifikovať možné zdroje chýb a obhajovať výsledky a argumentovať, sú vsadené do matematického, fyzikálneho alebo informatického kontextu. Test bol zodpovedaný vzorkou 751 žiakov 1. a 2. ročníka niekoľkých gymnázií na Slovensku. Kvantitatívna analýza výsledkov testovania ukázala nízku priemernú úspešnosť žiakov v celom teste (32,5 %) ako aj v jednotlivých testových úlohách pohybujúcu sa približne v rozmedzí 8–50 %. Zo štatistického testovania vyplynulo, že medzi výsledkami žiakov 1. a 2. ročníka nebol významný rozdiel, zatiaľ čo výsledky chlapcov boli lepšie ako výsledky dievčat. Podrobná kvalitatívna analýza odhalila mnohé nedostatky, ktoré sa najvýraznejšie prejavili v oblasti analýzy a interpretácie výsledkov a žiackych argumentačných zručností.

Kľúčová slova: bádanie, bádateľsky orientované prírodovedné vzdelávanie, bádateľské zručnosti, test bádateľských zručností, hodnotenie.

Assessing Inquiry Skills of High School Students

Abstract

Inquiry-based science education (IBSE) has become recently one of the most used terms with regard to innovation of science education. The main goal of IBSE is not only conceptual understanding but also development of students' skills to conduct inquiry and evaluate gained results. The presented research is aimed at diagnosing the current status of selected inquiry skills' development of high school students. Based on the existing tests and the inventory of inquiry skills a test of inquiry skills was developed. The test items that intend to assess the level of the skills to design experiment (identify variables and

their relationship), transform results into graph, determine relationships, identify possible sources of errors and defend results and form arguments, are situated in the context of mathematics, physics or informatics. The test was taken by 751 students from 1st or 2nd grade classes of several Slovak high schools. The quantitative analysis of test results showed low level of gained score in the whole test (average value of 32.5 %) as well as in particular test items (in the range of 8–50 %, approx.). Detailed qualitative analysis revealed many student difficulties that were most significant in the field of analysis and interpretation skills and skills to defend results and form arguments.

Key words: inquiry, inquiry-based science education, inquiry skills, test of inquiry skills, assessment.

ÚVOD

Vyučovanie prírodných vied, matematiky a informatiky prešlo na Slovensku v posledných rokoch výraznými zmenami, ktoré sa týkajú rozsahu ale aj obsahu vzdelávania. Prírodovedné vzdelávanie v minulosti podporované veľkým rozsahom povinnej výučby pre každého žiaka s cieľom osvojenia si poznatkov z mnohých tém sa po reforme vzdelávania spustenej v roku 2008 dramaticky zmenilo. Týždenný rozsah povinnej výučby matematiky a prírodných vied na gymnáziách počas celého štúdia výrazne poklesol (v matematike klesol na povinných 11 hodín, vo fyzike, chémii a biológii na 5, 5 a 6 hodín) a narástol v informatike (na 3 hodiny). Popri kurikulárnej transformácii vystúpili do popredia aj ciele zamerané nielen na osvojenie si poznatkov, ale aj cestu, ako sa žiaci k poznatku dopracujú. Tento prístup k vzdelávaniu vychádza z konštruktivistických princípov a je založený na tom, že žiaci prostredníctvom bádateľských aktivít pozorujú, experimentujú, objavujú, skúmajú svet okolo nás. Tým si budujú nielen svoj vnútorný systém poznatkov a ich porozumenie, ale zároveň získavajú predstavu o tom, ako vedci svet okolo nás skúmajú a poznávajú. Cieľom bádateľsky orientovaného vzdelávania (BOV) je preto okrem konceptuálneho porozumenia aj rozvoj žiackych zručností bádanie realizovať a vyhodnocovať jeho výsledky. Keďže princípy BOV sú súčasťou vzdelávacích programov už niekoľko rokov, v tomto výskume sme sa zamerali práve na problematiku bádateľských zručností žiakov gymnázií a zhodnotenie aktuálnej úrovne vybraných bádateľských zručností žiakov.

1 BÁDANIE A BÁDATEĽSKÉ ZRUČNOSTI

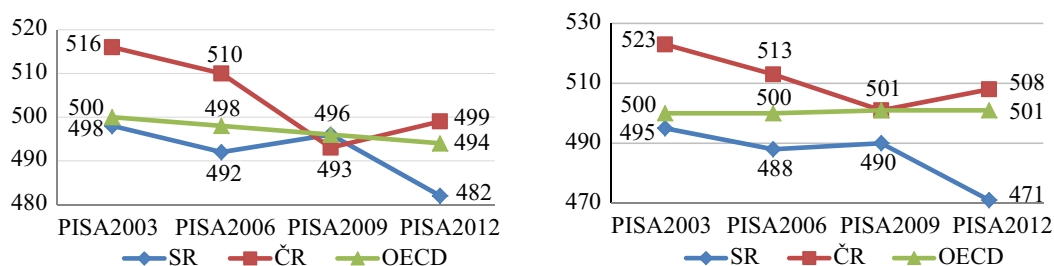
Bádateľsky orientované vzdelávanie je založené na tom, že učiteľ žiakovi neodovzdáva poznatky v hotovej ucelenej podobe, ale nastolením problémových situácií a vhodne stanovených výskumných otázok učiteľ podnecuje aktivitu a organizuje učebné činnosti žiakov, čím vytvára podmienky pre aktívne žiacke skúmanie a získavanie poznatkov (Kireš et al., 2016; Papáček, 2010; Samková et al., 2015). Pre žiaka to zahŕňa ako získavanie bádateľských zručností tak aj porozumenie procesu bádania (Nezvalová, 2010: s. 56). Ak sa pozrieme podrobnejšie na to, aké zručnosti sú v pozornosti BOV, nájdeme mnoho rozličných klasifikácií. Za typicky bádateľské zručnosti môžeme považovať tie zručnosti, ktoré bezprostredne vyžaduje realizácia

Tab. 1: Bádateľské zručnosti podľa (Fradd et al., 2001)

| | | | | | | |
|-------------------------------|----------|----------------------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------|
| Formulovať otázku/ problém | Plánovať | Implementovať | Vyvodzovať závery | | Zdieľať výsledky | Aplikovať |
| | | Realizovať plán/ Zbierať dáta | Analyzovať dáta | Interpretovať dáta | | |

jednotlivých fáz bádania. Takýto zoznam uvádza napr. Fradd et al. (2001) (tab. 1). Z jednotlivých etáp bádania vychádzajú aj ďalší autori, napr. Wenning (2007), ktorý uvádza oveľa podrobnejší zoznam bádateľských zručností. Iní autori klasifikujú bádateľské zručnosti, nazývané tiež spôsobilosti vedeckej práce (Held, 2011) podľa veku a intelektuálneho rozvoja žiakov (Wenning, 2010; NRC, 2000; Held, 2011). Na základe klasifikácií rozličných autorov (Fuhrman, 1978; Tamir & Lunetta, 1981; Fradd et al., 2001; Van den Berg, 2013) bola pre potreby výskumu prevzatá klasifikácia bádateľských zručností pre experimentálne aktivity uvádzaná Van den Bergom (2013), ktorá obsahuje 4 fázy bádania: Formulácia problému a plánovanie, Realizácia/Implementácia, Analýza/Interpretácia, Aplikácia a ďalšie využitie. Táto klasifikácia je pomerne jednoduchá a po doplnení fázy 4 – Zdieľanie a prezentácia uvádzanej napr. Fraddom (2001) a ďalších drobných úpravách vznikla klasifikácia (Balogová & Ješková, 2016, tab. 2), ktorá sa stala východiskom pre výskum a vytvorenie testu bádateľských zručností. V tabuľke 2 je bádanie rozdelené do piatich fáz, v rámci ktorých sú zručnosti uvedené v tabuľke dominantne rozvíjané. Žiacke skúmanie je najčastejšie realizované prostredníctvom experimentu ale aj modelovaním správanía sa objektu. Podobná schéma korešpondujúca s jednotlivými fázami bádania je rozpracovaná aj pre bádanie prostredníctvom modelovania (Kireš et al., 2016: s. 36).

Existujú viaceré zahraničné štúdie zamerané na hodnotenie úrovne rozvoja bádateľských zručností (Wenning, 2007; Gormally, 2009; Čtrnáctová et al., 2013; Řezníčková et al., 2013), avšak lokálne štúdie zamerané na BOV na Slovensku chýbajú. Čiastkové informácie pre Slovensko je možné nájsť vo výsledkoch medzinárodnej štúdie OECD PISA, ktorá je zameraná aj na hodnotenie matematickej a prírodovednej gramotnosti 15ročných žiakov. Výsledky štúdie ukazujú, že kým krajiny východnej Európy vrátane Slovenska patria v oblasti porozumenia matematických pojmov a faktov, resp. prírodovedných poznatkov k najlepším OECD krajinám, v oblasti interpretácie, aplikovania a vyhodnotenia matematických výsledkov (OECD, 2014), ako aj interpretácie dát v prírodných vedách vyjadrených prostredníctvom tabuliek, grafov alebo diagramov dosahujú slovenskí žiaci nízku úroveň (Bybee & McCrae, 2009). Obrázok 1 prezentuje priemerné skóre v SR v porovnaní s ČR a krajinami OECD vo všetkých hodnotených oblastiach, z ktorej vidieť výrazne klesajúcu tendenciu na Slovensku za posledné obdobie (PISA SK, 2003, PISA 2012, obr. 1).



Obr. 1: Priemerné dosiahnuté skóre žiakov v SR, ČR a krajinách OECD v matematike (vľavo) a prírodných vedách (vpravo) v jednotlivých cykloch štúdie PISA 2003 až 2012

Tab. 2: Klasifikácia bádateľských zručností pre experimentálne aktivity

| | |
|-------------------------------------|---|
| 1. Formulácia problému a plánovanie | 1.1 Formulovať otázku/problém. 1.2 Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať. 1.3 Napláňovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). 1.4 Navrhnuť pozorovanie/postup merania (aké pomôcky, aká zostava experimentu) pre každú premennú veličinu. 1.5 Predpovedať výsledok experimentu. |
| 2. Realizácia/ implementácia | 2.1 Manipulovať s pomôckami/softvérom. 2.2 Pozorovať/merať. 2.3 Zaznamenávať výsledky pozorovania a merania. 2.4 Realizovať výpočty počas merania. 2.5 Vysvetľovať alebo upravovať postupy. |
| 3. Analýza a interpretácia | 3.1 Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy). 3.2 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami, napr. na základe grafov, tabuliek, dát v texte, funkčného predpisu. 3.3 Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb). 3.4 Porovnať dáta s hypotézou/predpoveďami. 3.5 Diskutovať o obmedzeniach/predpokladoch realizovaného experimentálneho postupu. 3.6 Zovšeobecniť výsledky. 3.7 Formulovať nové otázky/problémy. 3.8 Formulovať závery. |
| 4. Zdieľanie a prezentácia | 4.1 Zdieľať a prezentovať výsledky pred spolužiakmi. 4.2 Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať. 4.3 Vypracovať formálnu správu/protokol o výsledkoch. |
| 5. Aplikácia a ďalšie využitie | 5.1 Predpovedať na základe výsledkov skúmania. 5.2 Formulovať hypotézy na ďalšie skúmanie. 5.3 Aplikovať experimentálne postupy na nové problémy. |

2 VÝSKUMNÝ PROBLÉM

Keďže aktuálne ciele vzdelávania prírodných vied, matematiky a informatiky zdôrazňujú uplatňovanie bádateľských prístupov ale zároveň na Slovensku neexistujú štúdie zamerané na zhodnotenie reálneho uplatňovania princípov BOV v praxi, hlavným výskumným problémom je zhodnotenie, do akej miery ovplyvňuje súčasný stav implementácie bádateľských prístupov do vyučovania matematiky a prírodovedných predmetov úroveň rozvoja bádateľských zručností žiakov. Z hlavného výskumného problému boli sformulované nasledujúce výskumné otázky:

1. Aká je aktuálna úroveň rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov gymnázia?
2. Aké sú nedostatky a miskoncepce v bádateľských zručnostiach žiakov gymnázií?

3 METODOLÓGIA VÝSKUMU

3.1 PLÁN VÝSKUMU

Na základe stanovených výskumných otázok bol navrhnutý rámcový výskumný plán. Prvá etapa výskumu bola zameraná na zostavenie testu bádateľských zručností na zhodnotenie aktuálnej úrovne rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov, ktoré prebiehalo v niekoľkých krokoch. V ďalšej etape bola finálna verzia testu zadaná vybranej vzorke žiakov gymnázií. Kritériom pri výbere gymnázií bola spolupráca s učiteľmi matematiky, fyziky a informatiky v rámci rozličných vzdelávacích programov a projektov. Po vypracovaní testu boli výsledky podrobené kvantitatívnej a kvalitatívnej analýze (obr. 2).



Obr. 2: Schéma výskumného plánu

3.2 TEST BÁDATEĽSKÝCH ZRUČNOSTÍ

K zodpovedaniu výskumných otázok bol zostavený test na hodnotenie bádateľských zručností žiakov. Pri tvorbe testu sme vychádzali z niekoľkých dostupných testov, napr. Scientific Inquiry Literacy Test (ScInqLiT, Wenning, 2007), Test of Integrated Process Skills (TISP, Burns et al., 1985) a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS, Gormally et al., 2012) a z klasifikácie bádateľských zručností (tab. 2). Vzhľadom na formu testovania vyžadujúcu len papier a pero boli z testovania vylúčené bádateľské zručnosti zaradené v tabuľke 2 do skupiny 2. Z podobných dôvodov boli z testovania vylúčené aj niektoré zručnosti zo skupiny 4. Pre dodržanie časového obmedzenia na vypracovanie testu určeného jednou vyučovacou hodinou neboli do testovania zaradené ani zručnosti zo skupiny 5 a niektoré zručnosti zo skupiny 3. Na základe týchto kritérií boli nakoniec zo skupín 1, 3, 4 vybrané len tučne označené bádateľské zručnosti, ktorých úroveň rozvoja vytvorený test diagnostikoval. Vychádzajúc z dostupných štandardizovaných testov (ScInqLiT, TISP, TOSLS) boli v prvej etape tvorby testu vytvorené tri banky testových úloh, pričom každá obsahovala 12–16 úloh vsadených do matematického, fyzikálneho a informatického kontextu. Cielene išlo o také úlohy, na riešenie ktorých žiaci nemajú ľahko dostupné postupy alebo algoritmy z riešenia typových úloh, ale ich riešenie vyžaduje od žiaka ovládať práve špecifické zručnosti korešpondujúce s konkrétnymi fázami bádania (tab. 2). Tieto úlohy boli v júli 2015 zadané na posúdenie 30 skúseným učiteľom matematiky, fyziky a informatiky gymnázií, s ktorými dlhodobo spolupracujeme. Učitelia posudzovali obsah a formuláciu úloh a vyjadrili svoj názor na náročnosť úloh a vhodnosť úloh na testovanie konkrétnych bádateľských zručností. Na posudzovanie bola využitá päťstupňová škála v rozsahu od -2 po 2 . Testové úlohy boli pilotne overované v štyroch triedach vybraných gymnázií. Na základe výsledkov pilotného overovania boli podozrivé úlohy analyzované a formulácia niektorých úloh bola upravená. Hodnotenie učiteľov a výsledky pilotného testovania boli zohľadnené pri zostavovaní spoločného testu pozostávajúceho z vybraných úloh z matematiky, fyziky a informatiky. Zostavený test bol opäť overený na vybranej vzorke žiakov gymnázií. Po ďalších menších korekciách bola vytvorená konečná verzia testu, ktorá obsahuje 12 úloh (4 úlohy zo skupiny 1, 6 úloh zo skupiny 3, 2 úlohy zo skupiny 4,

Tab. 3: Rozdelenie úloh na základe testovaných bádateľských zručností, predmetov a formy úloh

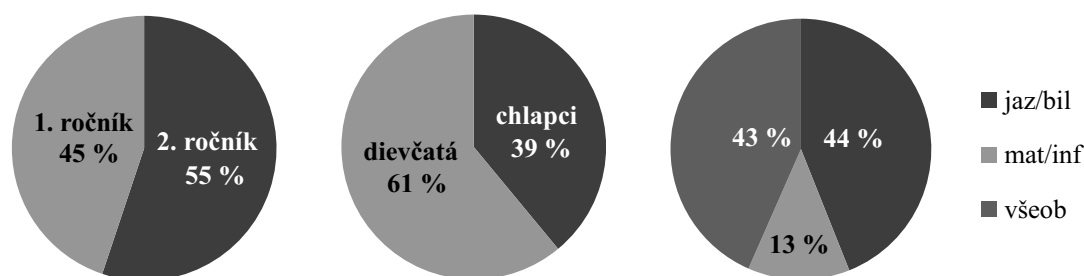
| Úloha | Bádateľská zručnosť | Predmet | Forma úloh |
|-------|--|---------|-----------------------|
| 1.1 | Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať. | F | uzavretá 2 správne |
| 1.2 | Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). | F | otvorená |
| 2 | Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). | I | uzavretá 1 správna |
| 3 | Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať. | M | polouzavretá |
| 4 | Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát v texte. | M | uzavretá 2 správne |
| 5 | Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). | F | uzavretá 2 správne |
| 6 | Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov. | M/F | uzavretá 1 správna |
| 7.1 | Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy). | I | otvorená |
| 7.2 | Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek. | I | uzavretá 1 správna |
| 8 | Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb). | F | uzavretá 1 správna |
| 9 | Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek. | I | uzavretá 1 správna |
| 10 | Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať. | M | polouzavretá |

tab. 2, 3). Test je určený na jednu vyučovaciu hodinu. Väčšina úloh v teste má formu uzavretých položiek, v ktorých je žiakovi ponúkaných päť možností odpovede. V troch úlohách sú uvedené dve správne možnosti odpovede. Žiak je o tejto skutočnosti informovaný v úvodnej časti testu. Na testovanie zručnosti diskutovať a argumentovať sú v teste využité dve polouzavreté úlohy, v ktorých má žiak svoju odpoveď aj zdôvodniť. Dve otvorené úlohy v teste vyžadujú od žiaka identifikáciu premenných, vytvorenie tabuľky a grafov vyjadrujúcich vzťahy medzi premennými. V tabuľke 2 sú uvedené bádateľské zručnosti, na testovanie ktorých boli prioritne zamerané jednotlivé testové úlohy. Podľa svojho obsahu a testovaných zručností sú úlohy priradené k jednotlivým vyučovacím predmetom.

Testové úlohy boli hodnotené na základe stanoveného skórovacieho kľúča, ktorý priradil žiackej odpovedi hodnotu v škále 0-1 bod, čo znamená, že žiak mohol v teste dosiahnuť skóre od 0 do 12 bodov. Pri úlohách s dvomi správnymi odpoveďami získal žiak 1 bod len v prípade, ak zvolil dve odpovede, z ktorých boli obidve správne. Ak žiak vybral len jednu správnu odpoveď, tak získal 0,5 bodu. Pri skombinovaní správnej odpovede s akoukoľvek nesprávnou odpoveďou bolo žiakovi pridelené skóre 0 bodov. Pri otvorenej úlohe bolo odpovedajúce skóre určené na základe správnosti a úplnosti odpovede. Pri polouzavretých úlohách bolo pridelené 0,5 bodu za správny výber z ponúkaných možností odpovede a zvyšných 0,5 bodu mohlo byť pridelených na základe úplnosti a korektnosti zdôvodnenia správnej odpovede. Neriešeným úlohám bolo pridelené skóre 0 bodov.

3.3 VÝSKUMNÁ VZORKA

Test bádateľských zručností sme v školskom roku 2015/2016 zadali žiakom 11 gymnázií východného Slovenska, s ktorými pravidelne spolupracujeme. Výskumnú vzorku tvorili žiaci 32 tried 1. a 2. ročníka štvorročných gymnázií, resp. kvinty a sexty osemročných gymnázií, pričom výučba v týchto triedach prebiehala bez akéhokoľvek vonkajšieho zásahu štandardným spôsobom nezávisle od cieľov výskumu, čo však nevyučuje, že v týchto triedach neboli do určitej miery implementované bádateľské prístupy k vyučovaniu. Z vyplnených testov sme nakoniec získali 751 platných odpovedí, keďže sme z celkového hodnotenia vylúčili žiakov, ktorí neriešili 6 a viac úloh. Výskumná vzorka tak zahŕňala 457 dievčat a 294 chlapcov, pričom 337 žiakov bolo z prvého ročníka a 414 žiakov bolo z druhého ročníka. Testovaní žiaci boli z tried s jazykovým, matematickým, infromatickým a všeobecným zameraním (obr. 3).



Obr. 3: Rozdelenie žiakov podľa ročníka, pohlavia a zamerania tried

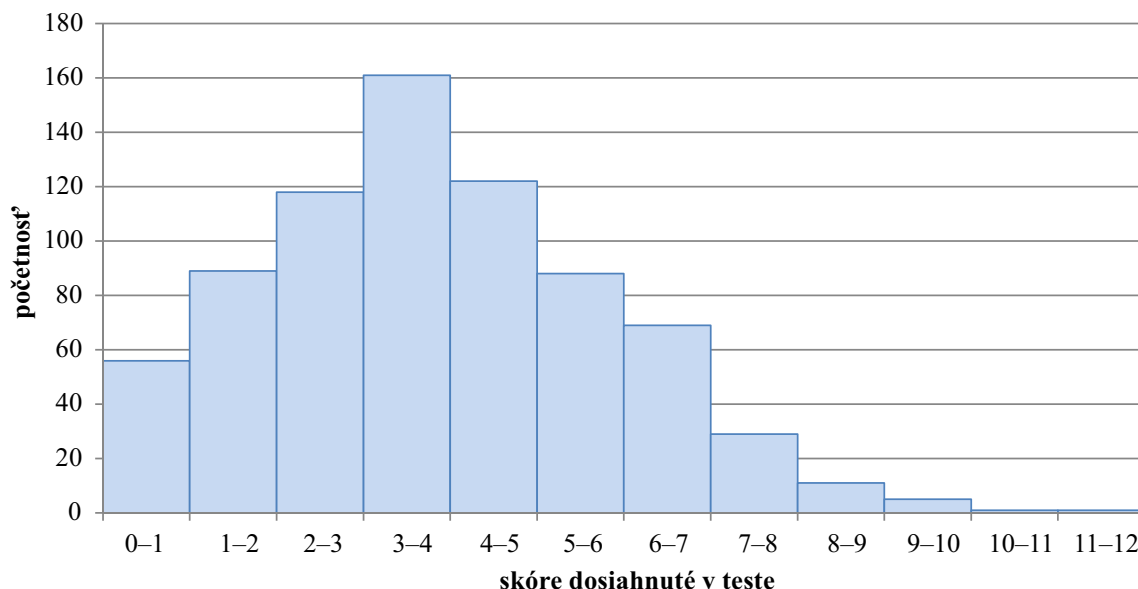
3.4 ANALÝZA DÁT

Hodnotenie testu bolo realizované na základe viacerých kritérií. Vyhodnocovali sme celkovú percentuálnu úspešnosť výskumnej vzorky, zvlášť vzorky chlapcov a dievčat, tried 1. a 2. ročníka, tried s vybraným zameraním, celkovú percentuálnu úspešnosť žiakov a ich úspešnosť v jednotlivých úlohách a v skupinách úloh testujúcich jednotlivé zručnosti. V ďalšom sme porovnávali výsledky žiakov patriacich do jednotlivých skupín rozlíšených podľa ročníka, pohlavia a zamerania. Základná popisná štatistika popisuje základné vlastnosti štatistického súboru. Na posúdenie normality celej vzorky, resp. jednotlivých popisovaných skupín bol použitý Shapiro-Wilkov test normality. Na porovnanie výkonov jednotlivých skupín žiakov boli použité porovnávacie štatistiky (Mann-Whitneyho test zhody úrovne) (Wimmer, 1993). Pri analýze dát bol využitý balík R-Commander, ktorý je súčasťou voľne dostupného štatistického softvéru R (R Development Core Team, 2016).

4 VÝSLEDKY

4.1 KVANTITATÍVNA ANALÝZA

Priemerná percentuálna úspešnosť žiakov je 32,5 %, čo predstavuje priemerné dosiahnuté skóre 3,9 bodu z maximálneho počtu 12 bodov (tab. 4). Rozdelenie žiakov na základe početností dosiahnutého skóre je na obr. 4. Na základe Shapiro-Wilkovho testu sa hypotéza o normalite rozdelenia nepotvrdila, čomu napovedá aj priebeh histogramu početností, ktorý je zošikmený doľava.



Obr. 4: Histogram početností dosiahnutého skóre pre vzorku 751 žiakov gymnázií

Tab. 4: Základné parametre štatistického súboru a výsledky štatistického testovania normality a zhody dosiahnutej úrovne skóre jednotlivých skupín žiakov

| | Ročník | | Pohlavie | | Zameranie | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------|
| | celá vzorka | 1. roč. | 2. roč. | chlap. | dievč. | mat/ inf | jaz/ bil | všeob |
| Počet respondentov | 751 | 337 | 414 | 294 | 457 | 95 | 330 | 326 |
| Priemerná percentuálna úspešnosť (%) | 32,5 | 31,4 | 33,4 | 36,3 | 30,0 | 42,1 | 30,2 | 31,9 |
| Medián (%) | 31,3 | 29,2 | 33,3 | 33,8 | 29,6 | 41,7 | 29,6 | 31,3 |
| Smerodajná odchýlka (%) | 16,2 | 15,6 | 16,7 | 17,3 | 15,0 | 18,4 | 15,9 | 14,9 |
| Test normality (Shapiro-Wilkov test) | $p < 0,001$ | $p < 0,001$ | $p < 0,001$ | 0,003 4 | $p < 0,001$ | 0,61 | $p < 0,001$ | |
| Porovnanie súborov | | 0,07 | | $p < 0,001$ | | | $p < 0,001$ | |

V ďalšom kroku sme štatistickými metódami porovnávali výsledky dosiahnuté žiakmi vybraných skupín a zisťovali, či rozdiely v dosiahnutých výsledkoch sú štatisticky významné (tab. 4). Najskôr sme na základe Shapiro-Wilkovho testu na hladine $\alpha = 0,05$ zamietli hypotézu o normalite rozdelenia pre všetky skupiny žiakov ($p < 0,05$) s výnimkou skupiny tvorenej triedami s matematickým a informatickým zameraním ($p = 0,61$).

Následne sme, vychádzajúc z nepotvrdenej hypotézy o normalite rozdelenia, pristúpili k porovnaniu vybraných skupín žiakov na základe neparametrického Mann-Whitneyho testu zhody úrovne. Štatistické testovanie na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ ukázalo, že existuje štatisticky významný rozdiel v dosiahnutých výsledkoch medzi skupinami chlapcov a dievčat ($p < 0,001$) a matematických a infor-

matických tried a tried iných zameraní ($p < 0,001$). Avšak pri porovnaní súborov žiakov 1. a 2. ročníka štatistické testovanie ukázalo, že medzi výsledkami žiakov 1. a 2. ročníka nie je štatisticky významný rozdiel ($p = 0,07$).

Tabuľka 5 obsahuje priemerné úspešnosti žiakov v jednotlivých úlohách zoskupených podľa testovaných bádateľských zručností. Vo väčšine úloh sa priemerná úspešnosť pohybuje okolo 30 %. Vyššie úspešnosti žiaci dosiahli v úlohách na plánovanie postupu experimentu a identifikáciu premenných, resp. určovanie vzťahov medzi premennými na základe údajov v tabuľke. Výrazne nízku úspešnosť (7,6 %) dosiahli žiaci v úlohe zameranej na uplatnenie argumentačných zručností.

Tab. 5: Priemerné úspešnosti žiakov v riešení úloh zameraných na vybrané bádateľské zručnosti

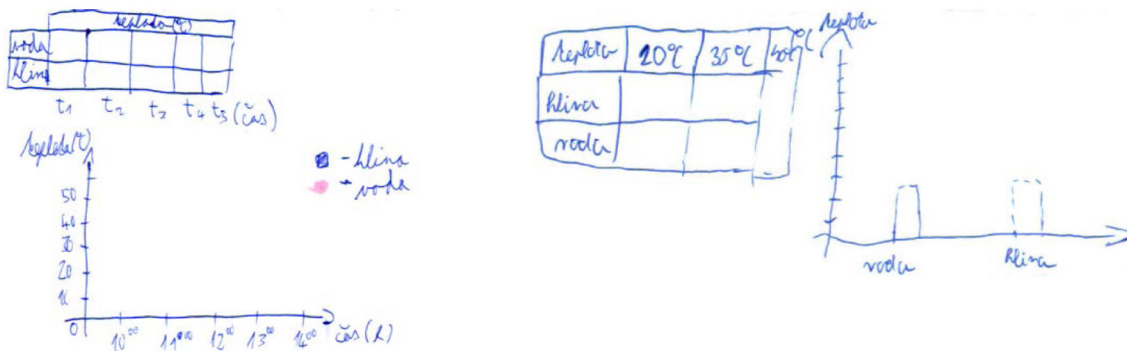
| Bádateľské zručnosti | Predmet | Úloha | Priemerná úspešnosť žiakov | Priemerná úspešnosť žiakov v zručnosti |
|--|---------|-------|----------------------------|--|
| 1.2 Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať. | F | 1.1 | 30,7 % | 30,7 % |
| 1.3 Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). | F | 1.2 | 49,7 % | 42,4 % |
| | F | 5 | 36,2 % | |
| | I | 2 | 41,3 % | |
| 3.1 Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy). | I | 7.1 | 28,6 % | 28,6 % |
| 3.2.1 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov. | M/F | 6 | 29,7 % | 29,7 % |
| 3.2.2 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek. | I | 7.2 | 29,7 % | 37,3 % |
| | I | 9 | 45,8 % | |
| 3.2.3 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát v texte. | M | 4 | 31,7 % | 31,7 % |
| 3.3 Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb). | F | 8 | 29,6 % | 29,6 % |
| 4.2 Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať. | M | 3 | 7,6 % | 18,3 % |
| | M | 10 | 29,0 % | |

4.2 KVALITATÍVNA ANALÝZA VÝSLEDKOV RIEŠENIA VYBRANÝCH ÚLOH

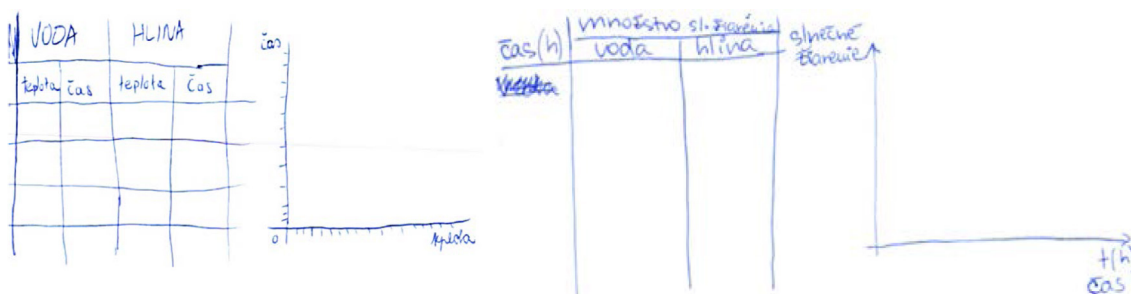
4.2.1 ZRUČNOSŤ NAPLÁNOVAŤ POSTUP (IDENTIFIKOVAŤ PREMENNÉ)

Úloha 1.2 Mária sa zamýšľa nad otázkou, či pôda a oceány na Zemi sa Slnkom ohrievajú rovnako. Z toho dôvodu sa rozhodne realizovať skúmanie. Do dvoch nádob umiestni kilogram vody a kilogram hliny. Počas horúceho letného dňa ich umiestni tak, aby boli ohrievané rovnakým množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia. Mária má pred sebou nádoby s vodou a hlinou a ide realizovať experiment. Navrhnite tabuľku a zakreslite osi grafu s fyzikálnymi veličinami, ktoré má Mária zaznamenávať, aby získala odpoveď na svoju otázku. Zvolené fyzikálne veličiny zapíšete slovné.

Úspešnosť žiakov pri riešení tejto úlohy dosiahla takmer 50 %, čo je najvyššia dosiahnutá úspešnosť z riešenia všetkých úloh. Správne navrhlo tabuľku a načrtlo súradnicové osi a priradilo premenné veličiny k osiam 16 % žiakov (obr. 5, vľavo).



Obr. 5: Ukážky žiackeho správneho (vľavo) a nesprávneho (vpravo) riešenia úlohy 1.2



Obr. 6: Ukážky žiackych nesprávnych riešení úlohy 1.2

Jednou z najčastejších chýb žiakov bolo nesprávne určenie závislej a nezávislej veličiny (obr. 6, vľavo). Niektorí žiaci mali problém už pri výbere veličín, napr. volili objem, hustotu, hmotnosť alebo jednu veličinu zvolili správne a druhú nesprávne (napr. teplo, dĺžka na slnku, materiál, slnečné žiarenie, obr. 5, 6 vpravo). Medzi chyby žiakov, ktorí už správne na osiach grafu vyznačili nezávislú veličinu čas a závislú veličinu teplotu, patrili napr.: tabuľka bola navrhnutá iba pre jedno meranie, tabuľka bola navrhnutá pre viacero meraní, ale iba pre jeden materiál (žiaci neodlíšili meranie pre hlinu a vodu), chýbalo slovné pomenovanie veličín, a pod.

4.2.2 ZRUČNOSŤ TRANSFORMOVAŤ VÝSLEDKY DO ŠTANDARDNÝCH FORIEM

Úloha 7.1 Jožko zaznamenával pomocou počítača zvuky, pričom menil ich dobu trvania a počet kanálov. Do tabuľky zapísal veľkosti súborov v nekomprimovanom formáte WAV pre rôzne parametre zvukových záznamov.

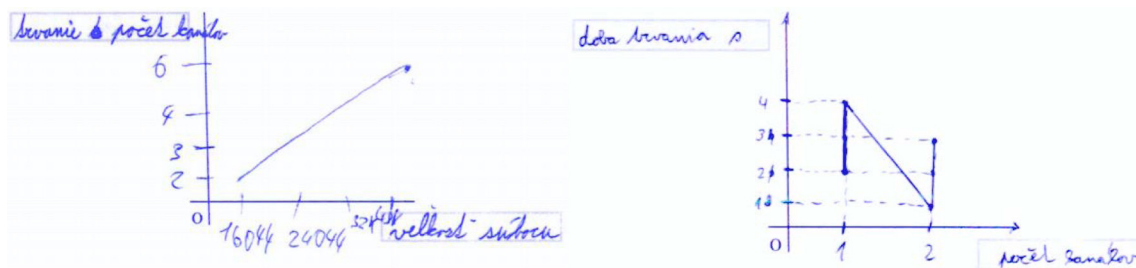
| do- ba trvania (s) | počet kanálov [mono=1, stereo=2] | veľkosť súboru (B) |
|-----------------------------|--|-----------------------|
| 2 | 1 | 16 044 |
| 3 | 1 | 24 044 |
| 4 | 1 | 32 044 |
| 1 | 2 | 16 044 |
| 2 | 2 | 32 044 |
| 3 | 2 | 48 044 |



Na základe tabuľky načrtnite v pripravenom obrázku graf skúmanej závislosti pre obidva počty kanálov. Nezabudnite označiť súradnicové osi.

V tejto úlohe dosiahli žiaci priemernú úspešnosť 28,6 %. Pri posudzovaní správnosti riešenia úlohy sme sledovali vzájomné rozlíšenie nezávislej premennej (doba trvania) a závislej premennej (veľkosť súboru) a ich správne priradenie osiam grafu, rozpoznanie kontrolnej premennej (počet kanálov) a správne vykreslenie grafu (za správne riešenie sme akceptovali aj dve polpriamky so začiatkom v bode $[0, 44]$, t.j. nie nutne schodkovitú funkciu).

Táto, v podstate štandardná situácia objavujúca sa vo vyučovaní fyziky pomerne často (podobný charakter má aj predchádzajúca úloha 1.2 s relatívne vysokým skóre) sa pri vsadení do infromatického kontextu stala pre žiakov podstatne náročnejšou, o čom svedčí výrazne nižšie dosiahnuté skóre. Žiaci zrejme na hodinách informatiky úlohy podobného charakteru často neriešia, aj keď zručnosť identifikovať premenné by mala patriť medzi tie univerzálnejšie zručnosti. Ďalším faktorom, ktorý mohol dosiahnuté skóre ovplyvniť, je zrejme prítomnosť parametra počet kanálov, ktorý v experimente predstavoval kontrolnú a nie nezávislú premennú, čo sa objavovalo v mnohých odpovediach. Medzi ďalšie typické žiacke chyby patrilo napr. nesprávne priradenie premenných osiam (výmena závislej a nezávislej premennej, obr. 7) alebo zobrazenie grafu v podobe šiestich izolovaných bodov (z prvého a tretieho stĺpca, resp. druhého a tretieho stĺpca tabuľky). Často sa tiež objavovali polpriamky, ktoré síce reprezentovali lineárnu závislosť ale vychádzali z bodu $[0, 0]$.



Obr. 7: Ukážky nesprávnych žiackych riešení úlohy 7.1

4.2.3 ZRUČNOSŤ URČOVAŤ VZŤAHY MEDZI PREMENNÝMI VELIČINAMI NA ZÁKLADE DÁT Z TABULIEK

Úloha 7.2 Z údajov z tabuľky určte vzťah medzi parametrami zvukového súboru:

- Záznam dát z merania uvedený v tabuľke nie je správny, lebo doby trvania zvuku nie sú v tabuľke usporiadané vzostupne.
- Ak sa dvakrát zväčší počet kanálov pri rovnakej dobe trvania zvuku, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
- Ak sa dvakrát zväčší doba trvania zvuku pri rovnakom počte kanálov, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
- Pri danom počte kanálov, pri rovnakých prírastkoch dôb trvania zvuku sa veľkosť súboru zväčšuje o rovnaké hodnoty.**
- Žiadna z uvedených možností nie je správna.

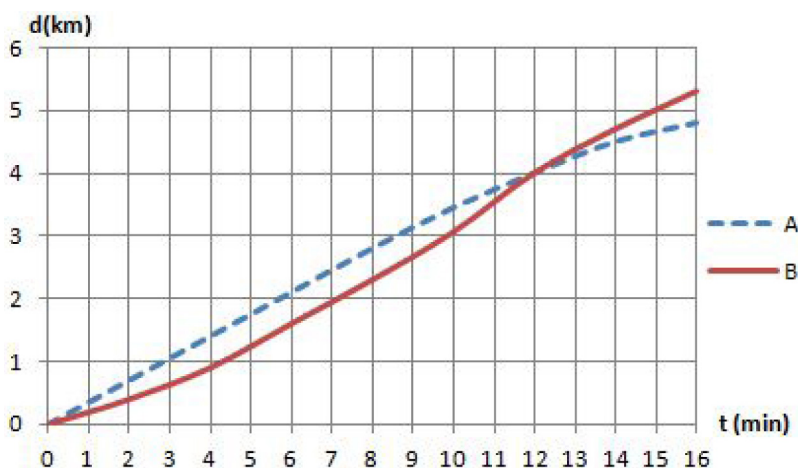
V tejto úlohe dosiahli žiaci priemernú úspešnosť 29,7 %. Možnosti b) a c), ktoré samostatne, resp. vo vzájomnej kombinácii volilo 37,4 % žiakov, zachytávajú často sa vyskytujúcu miskoncepciu nepochopeného vzťahu medzi lineárnou funkciou a priamou úmernosťou ako špeciálneho prípadu lineárnej závislosti. V kontexte informatiky ide o poznatok, že súčasťou dátových súborov sú aj metadáta. Až 13,9 % žiakov si neuvedomilo, že aj pre prázdne dáta má súbor nenulovú veľkosť (napr. zvukový

súbor s dĺžkou záznamu 0 sekúnd má veľkosť 44 B). Z pohľadu bádateľských zručností ide o korektné čítanie dát a určovanie vzťahov medzi nimi. Veľkosť metadát (44 B) je síce v porovnaní s celkovou veľkosťou dát (rádovo 10 000 B) prakticky zanedbateľná, ale pri presných výpočtoch a dodržiavaní korektných metód vedeckej práce je potrebné s týmito dátami počítať.

4.2.4 ZRUČNOSŤ URČOVAŤ VZŤAHY MEDZI PREMENNÝMI VELIČINAMI NA ZÁKLADE GRAFOV

Úloha 6 Uvedený graf zobrazuje závislosť vzdialenosti, ktorú pri pretekoch prebehli bežci A, B, od času. Na základe grafu vyberte pravdivé tvrdenie.

- Prvý kilometer prebehol skôr bežec B.
- Bežec A prebehol za prvých 10 minút viac ako 4 km.
- Vo vzdialenosti 4 km od štartu bežec A dobehol bežca B.
- Počas prvých 16 minút bežec A bežal väčšou priemernou rýchlosťou ako bežec B.
- Bežec B bežal od konca 10. do konca 11. minúty rýchlejšie ako bežec A.**

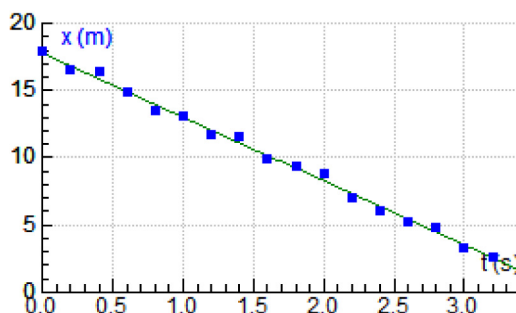


Správnu odpoveď e) zvolilo 29,7 % žiakov, ale v rôznych kombináciách aj s nesprávnou odpoveďou si ju zvolilo až 55 % žiakov. Najčastejšia nesprávna odpoveď bola možnosť d) (19 % žiakov), ale ako jednu z možností si ju zvolilo až 38 % žiakov. Na základe tejto voľby možno predpokladať, že žiaci si pri analýze grafu vytvorili nesprávnu súvislosť medzi priemernou rýchlosťou bežcov a vzájomnou polohou grafov. Na základe tejto nesprávnej súvislosti prisúdili väčšiu priemernú rýchlosť bežcovi A, ktorý mal v každom okamihu až do konca dvanástej minúty prebehnúť väčšiu dráhu od štartu ako bežec B a čiarkovaný graf opisujúci pohyb bežca A je v tomto časovom intervale nad grafom charakterizujúcim pohyb bežca B.

Druhou najčastejšou nesprávnou odpoveďou bola možnosť c), ktorú si samostatne zvolilo 15 % žiakov a v kombináciách s inou odpoveďou 33 % žiakov. Uvedená chyba bola spôsobená nedôslednou interpretáciou údajov z grafu. Žiaci nepostrehli, že počas prvých 12 minút zaostával bežec B, a preto on dobehol na konci dvanástej minúty bežca A. Na základe výberu týchto možností možno vyvodiť závery, že žiaci majú problém s analyzovaním súvislostí medzi rýchlosťou a grafom vyjadrujúcim prejdenú dráhu v závislosti od času a s dôsledným interpretovaním informácií vyjadrených grafmi.

4.2.5 ZRUČNOSŤ URČOVAŤ PRESNOSŤ EXPERIMENTÁLNYCH DÁT – IDENTIFIKÁCIA MOŽNÝCH ZDROJOV CHÝB

Úloha 8 Na obrázku sú výsledky videomerania pohybu plachetnice, ktorá pláva smerom k brehu. Žiak meria vzdialenosť plachetnice od brehu na videozázname plachetnice pomocou vhodného softvéru. Na každom snímku označí kliknutím myšou vhodne zvolený bod plachetnice pričom softvér zaznamená jeho vzdialenosť od brehu ako aj čas, ktorá tejto polohe plachetnice odpovedá. Získané výsledky zobrazí do grafu, ktorý preloží priamkou. Zistí, že výsledky merania sú trochu „chaotické“.



Rozhodnite, čo je najpravdepodobnejšou príčinou „rozhádzania“ hodnôt v grafe.

- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne spomaľuje.
- Žiak nepresne označoval vybraný bod na plachetnici.**
- Videozáznam plachetnice nebol kvalitne nasnímaný.
- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne zrýchľuje.
- Softvér nezaznamená presne čas, ktorý odpovedá meranej polohe plachetnice.

V tejto úlohe s jedinou správnou odpoveďou b), žiaci dosiahli priemernú úspešnosť 29,6 %. Najčastejšie volenou nesprávnou odpoveďou bola možnosť a), ktorá však s príčinami chýb merania nemá nič spoločné, ale napriek tomu ju volilo až 30,0 % žiakov. Táto voľba súvisí skôr s interpretáciou grafu, ktorý na obrázku klesá, čo zrejme viedlo žiakov k spojeniu so spomaleným pohybom, hoci plachetnica vykonáva rovnomerný pohyb. Podobnú nesprávnou odpoveď d) súvisiacu s interpretáciou klesajúceho grafu volilo 8,1 % žiakov. Zvyšné nesprávne odpovede, ktoré naozaj súviseli s presnosťou experimentálnych dát žiaci volili podstatne menej (odpoveď c) 2,9 %, resp. e) 6,4 % žiakov). Z týchto výsledkov vyplýva, že mnohí žiaci nečítali text úlohy s porozumením a nedbanlivo spojili situáciu opísanú v texte s odpoveďou, ktorá súvisela s tvarom grafu, čím prešli od identifikácie možných chýb k interpretácii grafu. Navyše, často volená možnosť, v ktorej je graf interpretovaný ako spomalený pohyb plachetnice nebola správna, keďže išlo o závislosť polohy a nie rýchlosti od času.

4.2.6 ZRUČNOSŤ DISKUTOVAŤ/OBHAJOVAŤ VÝSLEDKY/ARGUMENTOVAŤ

Úloha 10 V divadle predávali lístky za 9 € a za 12 €. Po zatvorení pokladne zatelefonovala riaditeľka divadla pokladníkovi a spýtala sa ho na celkovú tržbu za divadelné predstavenie. Pokladník narýchlo spočítal tržbu a zatelefonoval riaditeľke, že má 1 820 €. Riaditeľke sa však celková suma nepozdávala a povedala pokladníkovi, že sa musel pri spočítavaní peňazí pomýliť. Vyberte pravdivé tvrdenie a zdôvodnite ho vhodnou argumentáciou.

- Zo zadania úlohy nemožno zistiť, či sa pokladník pomýlil.
- Riaditeľka má pravdu, suma za predaj lístkov nemôže byť párne číslo.

- c) Pokladník má pravdu za predpokladu, že predal len jeden druh lístkov.
- d) **Riaditeľka má pravdu, lebo využitím deliteľnosti čísel sa dá ukázať, že z uvedených cien lístkov nemožno získať výslednú sumu 1 820 €.**
- e) Riaditeľka nemá pravdu, lebo možno nájsť aspoň jednu možnosť rozdelenia predaných lístkov oboch druhov.

Správnu odpoveď d) zvolilo 48 % žiakov. Veľkým nedostatkom pri riešení tejto úlohy bola skutočnosť, že mnoho žiakov neuviedlo zdôvodnenie svojej odpovede alebo žiaci len uskutočnili niekoľko výpočtov bez komentára. Najčastejšie to bolo delenie výslednej sumy 1 820 € cenami lístkov 9 € a 12 €. V niektorých prípadoch žiaci, ktorí vybrali správnu odpoveď, uviedli nesprávne argumenty na jej zdôvodnenie (obr. 8, 9).

číslo 1820 nie je deliteľné ani 9 ani 12 | Tedy keď súčtaním nepárne čísel s párnymi, výsledok
 takže nemohol mať sumu 1820 €. | číslo je nepárne.

Obr. 8: Ukážka nesprávnej argumentácie žiaka založená na delení čísel (vľavo), na sčítaní cien jednotlivých typov lístkov (vpravo)

1820 má v rozklade na prvočísla 5 k, |
 ktorá na ľavú nemala ako dostať

Obr. 9: Ukážka nesprávnej argumentácie žiaka založená na prvočíselnom rozklade výslednej sumy

Z nesprávnych odpovedí vyberali žiaci najčastejšie odpoveď a) (15 % žiakov) a odpoveď e) (14 % žiakov). Pri zdôvodnení týchto nesprávnych odpovedí sa žiaci často pokúšali riešiť sústavu rovníc (obr. 10, vľavo). Pri výbere odpovede e) niektorí žiaci vyjadrili len svoje presvedčenie, že existuje možnosť rozdelenia predaných lístkov oboch druhov.

Neviem koľko lístkov bolo celkovo predaných. |
 $9x + 12y = 1820$
 $x + y = ?$ |
 $9x + 12y = 1820$
 $x + y = 21 \quad | \cdot (-9)$
 $9x + 12y = 1820$
 $-9x - 9y = -189$
 $3y = 1631$
 $y = 543,6$

Obr. 10: Argumentácia žiaka založená na zostavovaní sústavy rovníc (vľavo) a na riešení nesprávne zostavenej sústavy rovníc (vpravo)

Ukážka na obrázku 10 vpravo charakterizuje postupy niektorých žiakov, ktorí nesprávne identifikovali premenné a vzťahy medzi nimi pri zostavovaní rovníc, alebo vykonali nesprávne úpravy pri riešení sústavy rovníc. Celkovo možno skonštatovať, že väčšina žiakov (89 %) nevedela využiť správne argumenty pri riešení uvedenej úlohy založené na deliteľnosti prirodzených čísel číslom 3.

Pri riešení ďalšej úlohy zameranej na argumentačné zručnosti (úloha 3) dosiahli žiaci pri zdôvodňovaní vlastností štvoruholníka s vrcholmi v mrežových bodoch štvorcovej siete dokonca najnižšiu priemernú úspešnosť (7,6 %). Základným problémom pri riešení tejto úlohy bola skutočnosť, že len 13,5 % žiakov si zvolilo z ponúkaných možností správnu odpoveď vyjadrujúcu nutnosť využitia poznatkov z geometrie (vety o zhodných trojuholníkoch alebo Pytagorovu vetu) pri zdôvodňovaní tvrdenia. Väčšina zo zvyšných žiakov sa domnievala, že zdôvodňovanie môže byť založené na meraní dĺžok strán alebo veľkostí vnútorných uhlov štvoruholníka. Príčiny výrazne nižšej úspešnosti úlohy 3 v porovnaní s úlohou 10 (pričom obe sú zamerané na využívanie správnych argumentov pri zdôvodňovaní tvrdení) vidíme predovšetkým v tom, že v geometrii žiaci nepovažujú obrázok s geometrickými útvarmi za model ideálnych geometrických objektov a pri zdôvodňovaní geometrických vzťahov nevedia využiť abstraktné myšlienkové procesy.

5 DISKUSIA A ZÁVER

Testovanie úrovne bádateľských zručností prinieslo nie príliš optimistické výsledky. Žiaci zapojení do testovania dosiahli priemernú úspešnosť 32,5 %, pričom priemerné úspešnosti žiakov v jednotlivých úlohách sa pohybujú v rozpätí približne 8–50 %. Čo nás vo výsledkoch prekvapilo, je fakt, že medzi výsledkami žiakov 1. a 2. ročníka nebol štatisticky významný rozdiel napriek tomu, že žiaci 2. ročníka mali za sebou rok štúdia, počas ktorého mohli realizovať aktivity zamerané na rozvoj testovaných zručností. Najlepšie výsledky dosiahli žiaci matematických tried (priemerná úspešnosť 43,7 %), do ktorých sú vyberaní žiaci na základe talentovej skúšky z matematiky a v ktorých je zvýšená dotácia vyučovacích hodín matematiky. Avšak ani títo žiaci sa nedostali v úspešnosti riešenia úloh nad hranicu 50 %.

Pri hodnotení jednotlivých úloh, resp. testovaných zručností sme dospeli k záverom, že k najlepšie vyriešeným úlohám patrili úlohy zamerané na zručnosť identifikovať premenné a ich vzájomný vzťah (42,4 %), resp. určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek (38,6 %), dát v texte (31,7 %) alebo grafov (29,7 %). V úlohách zameraných na zručnosť formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať, transformovať výsledky do grafu a určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb) sa priemerné úspešnosti žiakov pohybovali okolo 30 %.

Nízku úspešnosť dosiahli žiaci pri riešení úloh zameraných na testovanie argumentačných zručností, ktoré mali formu polouzavretých položiek a obe takto zamerané úlohy boli založené na využívaní matematických poznatkov. Pri riešení úlohy 3 zameranej na využitie vhodných argumentov pri zdôvodňovaní vlastností geometrického útvaru dosiahli žiaci najnižšiu priemernú úspešnosť (7,6 %). Pri riešení ďalšej úlohy zameranej na argumentačné zručnosti (10) dosiahli síce žiaci z dôvodu častejšieho výberu správnej odpovede lepšie výsledky (29 %), ale slovné zdôvodnenia malo správne alebo čiastočne správne len 11 % žiakov. Tieto výsledky poukazujú na skutočnosť, že žiaci zaostávajú v zručnosti nachádzať a využívať vhodné argumenty pri zdôvodňovaní matematických tvrdení. Veľká časť žiakov často ani nepovažuje za potrebné svoje odpovede a riešenia aj zdôvodňovať. Uvedené problémy sa ešte výraznejšie prejavili v úlohe 3, ktorej nízka úspešnosť poukazuje na nedostatky vyučovania geometrie spôsobené nedostatočnou mierou abstrakcie pri skúmaní vlastností geometrických útvarov a nevyžadovaním zdôvodňovania založenom na logických argumentoch pri riešení geometrických úloh.

Príčin nízkej úrovne rozvoja niektorých bádateľských zručností žiakov môže byť viacero. Keďže rozvíjanie bádateľských zručností je stimulované predovšetkým aktívnym zapojením žiakov do bádateľských aktivít, je nevyhnutné, aby žiaci vo vyučovaní pravidelne takéto aktivity realizovali. Na základe komunikácie s učiteľmi a výsledkov dotazníkov zodpovedaných učiteľmi usudzujeme, že učitelia síce bádateľské prístupy k vzdelávaniu využívajú ale vzhľadom na mnohé obmedzenia ich implementácia nie je systematická a dôsledná. Ku kľúčovým obmedzeniam patrí predovšetkým nedostatok času a väčšie počty žiakov v triedach, ale aj nedostatok bádateľsky orientovaných výučbových materiálov a malé skúsenosti učiteľov s BOV.

V ďalšej etape výskumu sme sa preto zamerali na prípravu učiteľov, ktorí absolvovali ďalšie vzdelávanie zamerané na BOV. Vychádzajúc zo vzdelávacích programov matematiky, fyziky a informatiky sme pripravili sériu bádateľských aktivít, ktoré sme ponúkli učiteľom k využívaniu vo výučbe. Učitelia matematiky, fyziky a informatiky z vybraných šiestich gymnázií, ktoré sa v školskom roku 2015/2016 zapojili do pedagogického experimentu, cielene a systematicky implementovali na svojich vyučovacích hodinách bádateľské aktivity (v priemere tri v každom predmete) počas obdobia niekoľkých mesiacov. Keďže tento prístup k vzdelávaniu žiaci zažili súčasne na viacerých predmetoch a nielen izolovane na jednom z vyučovacích predmetov, očakávame synergický efekt takého spôsobu implementácie BOV na žiakov. Test bádateľských zručností na záver pedagogického experimentu by mal následne zmapovať posun žiakov v rozvoji vybraných bádateľských zručností po absolvovaní výučby, do ktorej bolo systematicky a koordinovane implementované BOV.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0715-12.

LITERATÚRA

Balogová, B. & Ješková, Z. (2016). Analýza bádateľských aktivít. In D. Krupa & M. Kireš (Eds.), *Zborník konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VIII. Národný festival fyziky 2015* (14–21). Košice: Slovenská fyzikálna spoločnosť.

Burns, J. C., Okey, J. R. & Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169–177.

Bybee, R. & McCrae, B. (2009). *PISA Science 2006: Implications for Science Teachers and Teaching*. Arlington, VA: NSTA press.

Čtrnáctová, H., Cídlková, H., Trnová, E., Bayerová, A. & Kuběnová, G. (2013). Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií, *Chemické Listy*, 107, 897–905.

Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X. & Saxton, M. K. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439.

- Fuhrman, M. (1978). *Development of a laboratory structure and task analysis inventory and an analysis of selected chemistry curricula*. Unpublished master's thesis, University of Iowa.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. & Armstrong, N. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2). Dostupné z <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/ij-sotl/vol3/iss2/16>
- Gormally, C., Brickman, P. & Lutz, M. (2012). Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. *CBE – Life Sciences Education*, 11(4), 364–377.
- Held, Ľ., Žoldošová, K., Orolínová, M., Juricová, I. & Kotuláková, K. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. SAV Bratislava: VEDA.
- Kireš, M., Ješková, Z., Ganajová, M. & Kimáková, K. (2016). *Bádatelské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards, A Guide for Teaching and Learning*, National Academy Press. Dostupné z <http://www.nap.edu>
- Nezvalová, D., Bílek, M. & Hrbáčková, K. (2010). *Inovace v přírodovědném vzdělávání*, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science*. PISA, OECD Publishing. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208780-en>
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované prírodovedné vyučovanie – cesta pro biologické vzdelávanie generácií Y, Z a alfa?. *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- PISA SK 2003 Národná správa (2003). NÚCEM. Dostupné z http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/1_narodne_spravy/Národná_správa_PISA_2003.pdf
- PISA 2012 Národná správa Slovensko (2012). NÚCEM. Dostupné z http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/1_narodne_spravy/Národná_správa_PISA_2012.pdf
- R Development Core Team (2016). *R: A language and environment for statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Dostupné z <http://www.r-project.org/>
- Řezníčková, D., Cídllová, H., Čížková, V., Čtrnáctová, H., Čudová, R., Hanus, M., Kubiátko, M., Marada, M., Matějček, T. & Trnová, E. (2013). *Dovednosti žáku ve výuce biologie, geografie a chemie*. Nakladatelství P3K: Praha.
- Samková, L., Hošpesová, A., Roubíček, F. & Tichá, M. (2015). Badatelsky orientované vyučovanie matematice. *Scientia in educatione*, 6(1), 91–122.
- Tamir, P. & Lunetta, V.N. (1981). Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory. *Science Education*, 65(5), 477–484.
- Van den Berg, E. (2013). The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in educatione*, 4(2), 74–92.

Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education*, 4(2), 21–24. Dostupné z http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing_ScInq.pdf

Wenning, C. J. (2010). Using inquiry spectrum learning sequences to teach science, *Journal of Physics Teacher education online*, 5(4), 11–19. Dostupné z <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>

Wimmer, G. (1993). *Štatistické metódy v pedagogike*. Hradec Králové: Gaudeamus.

ZUZANA JEŠKOVÁ, zuzana.jeskova@upjs.sk
BRIGITA BALOGOVÁ, brigita.balogova@student.upjs.sk
MARIÁN KIREŠ, marian.kires@upjs.sk
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta
ÚFV, Oddelenie didaktiky fyziky
Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

STANISLAV LUKÁČ, stanislav.lukac@upjs.sk
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta
ÚMV, Oddelenie didaktiky matematiky
Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovenská republika

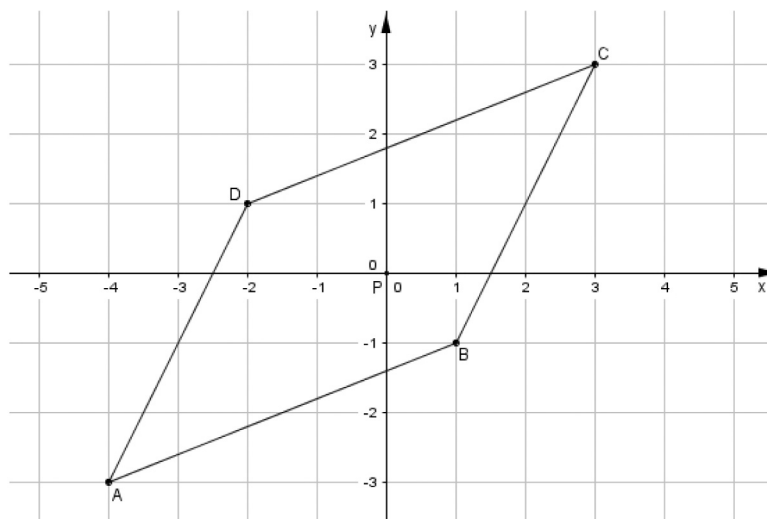
LUBOMÍR ŠNAJDER, lubomir.snajder@upjs.sk
JÁN GUNIŠ, jan.gunis@upjs.sk
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta
ÚI, Oddelenie didaktiky informatiky a podporných technológií
Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovenská republika

VSTUPNÝ TEST BÁDATEĽSKÝCH ZRUČNOSTÍ

Predložený test je zameraný na testovanie úrovne rozvoja bádateľských zručností. Radi by sme Vás upozornili, že pri niektorých úlohách sú uvedené aj **dve správne odpovede**. Prosíme Vás, aby ste starostlivo zvážili svoje odpovede a pri úlohách **1.2, 3, 7.1** a **10** uviedli stručné písomné odpovede.

- 1.1. Mária sa zamýšľa nad otázkou, či pôda a oceány na Zemi sa Slnkom ohrievajú rovnako. Preto sa rozhodne realizovať skúmanie. Do dvoch nádob umiestni kilogram vody a kilogram hliny. Počas horúceho letného dňa ich umiestni tak, aby boli ohrievané rovnakým množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia. Akú **hypotézu** by mala Mária testovať, aby získala odpoveď na svoju otázku?
- Ako sa na slnku ohrieva voda a hlina?
 - Čím dlhšie je hlina a voda na slnku, tým je hlina a voda teplejšia.
 - Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rozlične.
 - Hlina a voda prijímajú rozličné množstvo slnečného žiarenia v rozličných hodinách počas dňa.
 - Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rovnako.

- 1.2. Mária má pred sebou nádoby s vodou a hlinou a ide realizovať experiment. Navrhnite **tabuľku** a zakreslite **osi grafu s fyzikálnymi veličinami**, ktoré má Mária zaznamenávať, aby získala odpoveď na svoju otázku. Zvolené fyzikálne veličiny zapíšte slovne.
2. Cestári potrebujú robota na maľovanie vodorovného značenia (čiary rôznych farieb). Programátori vyvinuli robota, ktorý ovláda príkazy krok a opakuj. Ktoré ďalšie príkazy by mal **nevyhnutne** tento maľovací robot ovládať?
- nastavFarbuŠtetca, štetecHore, vľavo, vpravo
 - nastavFarbuŠtetca, štetecHore, štetecDole, vľavo
 - štetecHore, štetecDole, vľavo
 - nastavFarbuŠtetca, štetecHore, štetecDole, vľavo, cúvni
 - štetecHore, štetecDole, vľavo, vpravo
3. Na obrázku je zostrojený štvoruholník $ABCD$, ktorého vrcholy majú v danej súradnicovej sústave celočíselné súradnice. Jožko a Anička odmerali dĺžky všetkých strán štvoruholníka $ABCD$. Jožko vyhlásil, že štvoruholník $ABCD$ nie je rovnobežník a Anička oponovala, že štvoruholník $ABCD$ je rovnobežník.



Ako by ste postupovali pri **dokazovaní** tvrdenia, že štvoruholník $ABCD$ je rovnobežník?

Vyberte **jednu** z uvedených odpovedí a stručne zapíšte postup dôkazu.

- Vypočítal/a by som dĺžky úsečiek PA , PB , PC , PD .
- Snažil/a by som sa presnejšie odmerať pravítkom dĺžky strán štvoruholníka $ABCD$.
- Odmeral/a by som uhloмерom veľkosti vnútorných uhlov štvoruholníka $ABCD$.
- Využil/a by som v postupe dĺžky strán štvoruholníka $ABCD$.
- Využil/a by som v postupe dĺžky uhlopriečok štvoruholníka $ABCD$.

Stručný postup dôkazu:

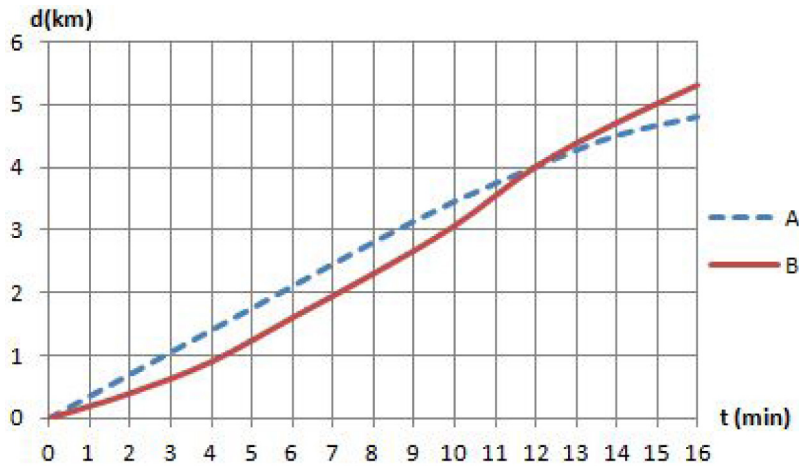
4. Peter zakaždým, keď sa vydáva na cestu do hôr, nocuje v kempe, v ktorom sa platí za noc 18 €. Keďže často táborí v kempe, tento rok si kúpil v národnom parku permanentku za 70 €, ktorá ho oprávňuje získať 50% zľavu na 24 nocí v kempe za celý rok. Nech x je počet nocí, ktoré strávil Peter v kempe tento rok. Pomocou ktorej z nasledujúcich rovníc možno vyjadriť celkovú sumu s za nocľahy v kempe za celý rok, ak vieme, že Peter strávil v kempe tento rok viac ako 24 nocí?
- a) $s = 0,5 \cdot 18x + 70$
 - b) $s = 0,5 \cdot 18 \cdot 24 + 18(x - 24) + 70$
 - c) $s = 18x - 0,5 \cdot 24x$
 - d) $s = 18x - 0,5 \cdot 24x + 70$
 - e) $s = 18x - 0,5 \cdot 18 \cdot 24 + 70$
5. Ak zavesíme na silomer kameň vo vzduchu alebo v kvapaline, silomer ukáže odlišnú výchylku. Ak kameň zavesený na silomere ponoríme do vody, silomer ukáže menšiu výchylku ako vo vzduchu. Sila smerujúca nahor, ktorou voda pôsobí na kameň, sa nazýva vztlaková sila. Žiaci chceli vedieť, ako ovplyvňuje **hmotnosť (ťaž) telesa veľkosť vztlakovej sily**. Vybrali niekoľko telies (môžu byť aj duté), ktoré chceli v experimente použiť.

| tvar | hmotnosť m (g) | ťaž $G = m \cdot g$ (N) | objem V (cm ³) | materiál |
|-------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| Kocka | 75 | 0,75 | 27,8 | hliník |
| Disk | 75 | 0,75 | 53,3 | meď |
| Guľa | 100 | 1,00 | 53,3 | hliník |
| Valec | 100 | 1,00 | 27,8 | meď |

Za predpokladu, že tvar ani materiál telesa nezohráva v experimente žiadnu úlohu rozhodnite, ktoré dve telesá by mali žiaci použiť.

- a) Valec a disk, pretože materiál telies použitých v experimente by mal byť rovnaký.
- b) Kocku a valec, pretože objemy telies použitých v experimente by mali byť rovnaké.
- c) Valec a guľu, pretože hmotnosť telies použitých v experimente by mala byť rovnaká.
- d) Kocku a disk, pretože ťaž telies použitých v experimente by mala byť rovnaká.
- e) Guľu a disk, pretože objemy telies použitých v experimente by mali byť rovnaké.

6. Uvedený graf zobrazuje závislosť vzdialenosti, ktorú pri pretekoch prebehli bežci A, B, od času.



Na základe grafu vyberte pravdivé tvrdenie.

- Prvý kilometer prebehol skôr bežec B.
 - Bežec A prebehol za prvých 10 minút viac ako 4 km.
 - Vo vzdialenosti 4 km od štartu bežec A dobehol bežca B.
 - Počas prvých 16 minút bežec A bežal väčšou priemernou rýchlosťou ako bežec B.
 - Bežec B bežal od konca 10 do konca 11 minúty rýchlejšie ako bežec A.
- 7.1. Jožko zaznamenával pomocou počítača zvuky, pričom menil ich **dobu trvania** a **počet kanálov**. Do tabuľky zapísal **velkosti súborov** v nekomprimovanom formáte WAV pre rôzne parametre zvukových záznamov.

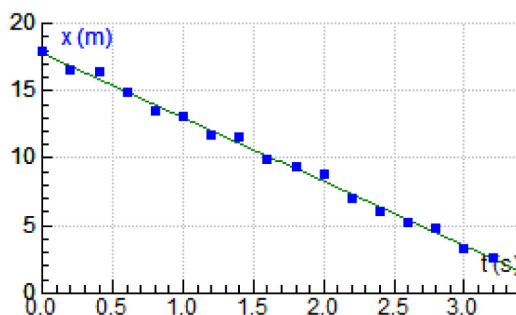
| doba trvania (s) | počet kanálov [mono = 1, stereo = 2] | velkosť súboru (B) |
|---------------------|---|-----------------------|
| 2 | 1 | 16 044 |
| 3 | 1 | 24 044 |
| 4 | 1 | 32 044 |
| 1 | 2 | 16 044 |
| 2 | 2 | 32 044 |
| 3 | 2 | 48 044 |

Na základe tabuľky načrtnite v pripravenom obrázku **graf skúmanej závislosti** pre obidva počty kanálov. Nezabudnite označiť súradnicové osi.



7.2 Z údajov z **tabuľky určte vzťah** medzi parametrami zvukového súboru:

- Záznam dát z merania uvedený v tabuľke nie je správny, lebo doby trvania zvuku nie sú v tabuľke usporiadané vzostupne.
 - Ak sa dvakrát zväčší počet kanálov pri rovnakej dobe trvania zvuku, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
 - Ak sa dvakrát zväčší doba trvania zvuku pri rovnakom počte kanálov, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
 - Pri danom počte kanálov, pri rovnakých prírastkoch dôb trvania zvuku sa veľkosť súboru zväčšuje o rovnaké hodnoty.
 - Žiadna z uvedených možností nie je správna.
8. Na obrázku sú výsledky videomerania pohybu plachetnice, ktorá pláva smerom k brehu. Žiak meria vzdialenosť plachetnice od brehu na videozázname plachetnice pomocou vhodného softvéru. Na každom snímku označí kliknutím myšou vhodne zvolený bod plachetnice pričom softvér zaznamená jeho vzdialenosť od brehu ako aj čas, ktorá tejto polohe plachetnice odpovedá. Získané výsledky zobrazí do grafu, ktorý preloží priamkou. Zistí, že výsledky meranie sú trochu „rozhádzané“.



Rozhodnite, čo je **najpravdepodobnejšou príčinou** „rozhádzania“ hodnôt v grafe.

- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne spomaľuje.
 - Žiak nepresne označoval vybraný bod na plachetnici.
 - Videozáznam plachetnice nebol kvalitne nasnímaný.
 - Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne zrýchľuje.
 - Softvér nezaznamená presne čas, ktorý odpovedá meranej polohe plachetnice.
9. V nasledujúcej tabuľke sme zaznamenali všetky parametre multimediálnych súborov uložených v nekomprimovanom formáte v počítači.

| parameter 1 | parameter 2 | počet farieb | presnosť | veľkosť dát (B) |
|-------------|-------------|--------------|----------|-----------------|
| 1 000 | 1 | 256^1 | 90 | 1 000 |
| 1 000 | 1 | 256^1 | 180 | 1 000 |
| 1 000 | 1 | 256^2 | 180 | 2 000 |
| 1 000 | 2 | 256^2 | 180 | 2 000 |
| 1 000 | 2 | 256^3 | 90 | 3 000 |
| 4 000 | 1 | 256^2 | 180 | 8 000 |

Ktoré z parametrov majú vplyv na veľkosť dát?

- a) Parameter 1, počet farieb a veľkosť dát.
 - b) Parameter 2 a počet farieb.
 - c) Parameter 1 a počet farieb.
 - d) Parameter 1, počet farieb a presnosť (ale iba za predpokladu, že sa nemení typ súboru).
 - e) Všetky zaznamenané parametre multimedialných súborov.
10. V divadle predávali lístky za 9 € a za 12 €. Po zatvorení pokladne zatelefonovala riaditeľka divadla pokladníkovi a spýtala sa ho na celkovú tržbu za divadelné predstavenie. Pokladník narýchlo spočítal tržbu a zatelefonoval riaditeľke, že má 1 820 €. Riaditeľke sa však celková suma nepozdávala a povedala pokladníkovi, že sa musel pri spočítavaní peňazí pomýliť.

Vyberte pravdivé tvrdenie a **zdôvodnite** ho vhodnou argumentáciou.

- a) Zo zadania úlohy nemožno zistiť, či sa pokladník pomýlil.
- b) Riaditeľka má pravdu, suma za predaj lístkov nemôže byť párne číslo.
- c) Pokladník má pravdu za predpokladu, že predal len jeden druh lístkov.
- d) Riaditeľka má pravdu, lebo využitím deliteľnosti čísel sa dá ukázať, že z uvedených cien lístkov nemožno získať výslednú sumu 1 820 €.
- e) Riaditeľka nemá pravdu, lebo možno nájsť aspoň jednu možnosť rozdelenia predaných lístkov oboch druhov.

Zdôvodnite svoju odpoveď: