

TESTING AND ANALYSIS OF STUDENTS' CONCEPTION FROM PHYSICS

Peter HOCKICKO – Gabriela TARJÁNYIOVÁ

Abstract: This paper presents initial research results of using video analysis based tasks in the educational process of the students of the Faculty of Civil Engineering at the University of Žilina in Žilina. We represent the research methodology, the form of results' processing and their evaluation. In the end we report on the research results and the comparison of a control and the experimental group that has used the method of video analysis as well as of a group comprising of grammar school students.

Keywords: video analysis, Student's t-test, F-test, reliability, validity.

TESTOVANIE A ANALÝZA FYZIKÁLNYCH PREDSTÁV

Resumé: V príspevku prezentujeme prvé výsledky výskumu použitia videoanalýz vo vzdelávacom procese na vzorke študentov Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline. V príspevku je popísaná metodika výskumu, forma spracovania výsledkov a ich vyhodnotenie. V závere sú prezentované výsledky výskumu a ich porovnanie na kontrolnej a experimentálnej skupine, ktorá pracovala prostredníctvom videoanalýz a tiež aj na vzorke študentov gymnázií.

Kľúčové slová: videoanalýza, párový Studentov t-test, F-test, reliabilita, validita

1 Úvod

Moderné interaktívne metódy s využitím učebných pomôcok vo forme multimediálneho DVD vo výuke (Krišťák a kol., 2013a,b)), či projektové vyučovanie, kde sa na vyučovaní vo vzájomnej interakcii aktívne podieľajú učiteľ i žiaci (Valovičová a kol., 2012), zvyšujú efektívnosť vyučovacieho procesu a pomáhajú vo vytváraní správneho obrazu o reálne fungujúcom svete. Mnohí pedagógovia a vedeckí pracovníci považujú za potrebné začať s motiváciou k prírodovednému vzdelávaniu už v predprimárnom a primárnom vzdelávaní (Rochovská, 2012). Kým v predprimárnom vzdelávaní ide o osvojovanie základov prírodovednej gramotnosti, od primárneho vzdelávania sa táto kompetencia u žiakov už systematicky rozvíja (Kopáčová, 2012). Ak sa nerozvinú základy prírodovednej gramotnosti v tomto období, majú žiaci ťažkosti pri riešení prírodovedných úloh na vyšších stupňoch škôl, prípadne vo vysokoškolskom štúdiu.

Množstvo výskumov dnes potvrdzuje, že študenti nedisponujú dostatočnou úrovňou prírodovednej gramotnosti. Medzinárodná štúdia PISA prezentuje, že úroveň prírodovednej gramotnosti slovenských žiakov na konci povinnej školskej dochádzky je podpriemerná (Rochovská, 2012).

Už naše predchádzajúce konferenčné výstupy a publikované prí-

spevky poukázali na to, že predstava študentov o reálnych fyzikálnych dejoch nie je správna (Hockicko, Rochovská, 2013). Preto bola vytvorená sada videí, pomocou ktorej boli na prednáškach vysvetľované fyzikálne zákonitosti a v rámci výpočtových cvičení realizované videoanalýzy (Hockicko, 2013). Efektívnosť danej výukovej metódy sme sa rozhodli otestovať prostredníctvom štandardných štatistických metód. Vytvorili sme test (v prílohe), ktorého obsahom boli otázky, na ktoré by študenti gymnázií (maturanti) a tiež aj študenti uchádzajúci sa o štúdium na vysokej škole mali vedieť odpovedať (test bol pripravený z otázok starších ročníkov Monitoru). Daný test bol predložený študentom na vypracovanie na začiatku semestra a tiež aj na konci semestra. Študenti prvého ročníka Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline mali možnosť v priebehu letného semestra zúčastňovať sa prednášok z fyziky, na ktorých boli preberané témy z mechaniky (kinematika, dynamika, tuhé teleso, kvapaliny, kmity), gravitačného poľa, termiky a termodynamiky, pričom neboli explicitne preberané odpovede na testové otázky. Zároveň študenti navštevovali aj laboratórne a výpočtové cvičenia, pričom na výpočtových cvičeniach boli rozdelení do dvoch skupín – kontrolnej (riešila príklady štandardným spôsobom) a experimentálnej (príklady riešila

prostredníctvom videoanalýz). Nasledujúca časť ponúka štatistické spracovanie výsledkov.

2 Analýza a vyhodnotenie testov

Úvodný test (pre-test) sa uskutočnil na začiatku letného semestra 2013 a 2014. V roku 2013 ho absolvovalo 123 a v roku 2014 121 študentov na úvodnom laboratornom cvičení v priebehu 20–30 minút. Ten istý test na konci semestra (post-test) absolvovalo 109 v roku 2013 a 100 študentov v roku 2014. Študenti absolvovali daný test s využitím počítača, pričom každý študent absolvoval rovnaký počet otázok, avšak poradie otázok ako aj poradie vo výbere z odpovedí bolo náhodne generované, aby sme zabránili odosielaniu si „správnych“ odpovedí. Následne boli výsledky testov uložené v databáze, odkiaľ boli po ukončení testovania pripravené na ďalšie spracovanie. Prednásajúci sa hneď ďalší týždeň mohli oboznámiť s výsledkami pretestov, hlavne chybnými odpoveďami a následne prispôbiť prednášku tak, aby dokázali reagovať na miskoncepce.

Pre štatistické vyhodnotenie získaných dát bol použitý párový *Studentov t-test*, t.j. brali sme do úvahy len tých študentov, ktorí sa zúčastnili testovania aj na začiatku aj na konci semestra. Po spárovaní pre- a post-testov nám ostalo k dispozícii 155 vzoriek študentov. Už dané číslo nasvedčuje tomu, že

v priebehu semestra dochádza k veľkým fluktuáciám študentov, veď vzhľadom k počiatočnému stavu je to len 64 % z pôvodného počtu študentov. Z toho sa dá usudzovať, že mnohí z tých, ktorí začali, nemajú seriózný záujem o úspešné ukončenie daného štúdia. Na druhej strane sa však niektorí študenti opakujúci ročník „spamätajú“ až po 1/3 semestra.

Hlavnou otázkou bolo, či študenti na konci semestra dosiahli nárast vedomostí a či daný nárast je štatisticky významný. Bola stanovená počiatočná hypotéza: H_0 : priemerná úspešnosť na začiatku a na konci (pri ďalších hypotézach experimentálnej a kontrolnej skupiny) je rovnaká: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (verzus $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$) (pričom rozdiel stredných hodnôt $\mu_1 - \mu_2$ dvoch normálnych rozdelení $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ a $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ pre dve vyšetrované skupiny považujeme za rovnaký, blízky 0). Na overenie vyslovených hypotéz bol použitý *test rozdielu aritmetických priemerov (dvojvýberový párový t-test* na strednú hodnotu pre jednotlivé skupiny a *dvojvýberový t-test* pre porovnanie kontrolnej a experimentálnej skupiny), pričom sme testovali na hladine významnosti $\alpha = 5 \%$ a predpokladali sme, že rozdiel stredných hodnôt $\mu_1 - \mu_2$ dvoch normálnych rozdelení $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ a $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ padne do $100 \cdot (1 - \alpha) \%$ obojstranného intervalu spoľahlivosti. Na začiatku testov

vania bola zisťovaná zhoda medzi testovaným výberom a teoretickým rozdelením s predpokladom normálneho (Gauss) rozdelenia využitím jednovýberového neparametrického Kolmogorov – Smirnovho (K-S) testu, ktorá potvrdila normalnosť vyšetovaných rozdelení (vypočítané parametre boli nižšie ako kritické hodnoty pre K-S test normality na hladine významnosti $\alpha = 5 \%$, ktoré boli určené pre vyšetované rozdelenia využitím programu Statistica ($D < D_{max,\alpha}$)).

Ako ukazuje tabuľka 1, na konci semestra v post-teste bola priemerná úspešnosť študentov približne 33 %, pričom v pre-teste realizovanom na začiatku semestra bola 23 %.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	post-test	pre-test
Mean	33.03	22.81
Variance	235.23	100.68
Observations	155	155
Pearson Correlation	0.33	
df	154	
t Stat	8.31	
P(T≤t) one-tail	2.36E-14	
t Critical one-tail	1.65	
P(T≤t) two-tail	4.72E-14	
t Critical two-tail	1.98	

Tab. 1: Párový test (všetci študenti).

Keďže vypočítaný parameter $|t| > t_{critical(two-tail)}$ pre obojstranný inter-

val spoľahlivosti, hypotéza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ bola zamietnutá a bola teda potvrdená hypotéza $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$. Na základe toho sme zvolili novú hypotézu: $H_0: \mu_1 > \mu_2$ (pre $100 \cdot (1-\alpha) \%$ pravostranný interval spoľahlivosti pre rozdiel $\mu_2 - \mu_1$. Keďže $t \in < t_{critical(one-tail)}, \infty$), hypotéza $H_0: \mu_1 > \mu_2$ bola potvrdená. Štatistické testovanie využitím párového *Studentovho t-testu* potvrdilo štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach na konci a začiatku semestra.

V ďalšej časti testovania sme sa zamerali na jednotlivé skupiny – experimentálnu a kontrolnú a sledovali nárast vedomostí v samostatných skupinách (Tab. 2 a 3). Aj v prípade samotných skupín bol potvrdený štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach na konci a začiatku semestra.

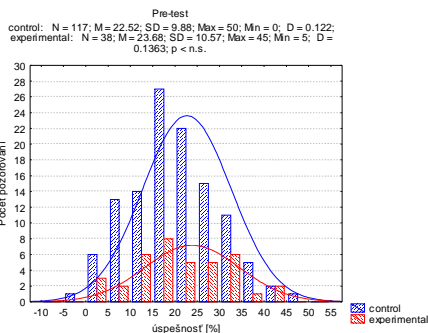
t-Test: Paired Two Sample for Means		
Experimental group	Pre-test	Post-test
Mean	38.29	23.68
Variance	267.94	111.74
Observations	38	38
Pearson Correlation	0.21	
df	37	
t Stat	5.12	
P(T≤t) one-tail	4.79E-06	
t Critical one-tail	1.69	
P(T≤t) two-tail	9.58E-06	
t Critical two-tail	2.03	

Tab. 2: Párový test (experimentálna skupina).

t-Test: Paired Two Sample for Means		
Control group	Pre-test	Post-test
Mean	31.32	22.52
Variance	214.82	97.68
Observations	117	117
Pearson Correlation	0.37	
df	116	
t Stat	6.65	
P(T≤t) one-tail	5.03E-10	
t Critical one-tail	1.66	
P(T≤t) two-tail	1.01E-09	
t Critical two-tail	1.98	

Tab. 3: Párový test (kontrolná skupina).

Správnosť rozhodnutia o prijatí alternatívnej hypotézy o nerovnosti stredných hodnôt nám potvrdzuje i P-hodnota ($P(T \leq t)$), ktorá je výrazne menšia ako zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ ($P < 0,001$).



Obr. 1: Pre-test kontrolná a experimentálna skupina.

Ďalej sa naša pozornosť sústreďovala na to, či je štatisticky významný rozdiel medzi vedomosťami pri experimentálnej a kontrolnej skupine na začiatku a konci semestra. Skôr, ako bolo možné začať testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$, bolo potrebné použiť *F-test* (Fisher-Snedecor test) rovnosti rozptylov dvoch normálnych populácií ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ versus $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$). Po stanovení rovnosti (prípadne nerovnosti) rozptylov bol pre testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$ použitý dvojvýberový *Studentov t-test* pre nerovnaké veľkosti skupín s rovnakými (prípadne rôznymi) rozptylmi. Keďže vypočítaný parameter F spĺňa podmienku: $F_{critical_{1-\alpha/2}} < F <$

$F_{critical_{\alpha/2}}$ (obojstranný interval F leží v rozmedzí (0,567 – 1,638)), predpokladaná hypotéza rovnosti rozptylov pre experimentálnu a kontrolnú skupinu na začiatku semestra $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ bola potvrdená.

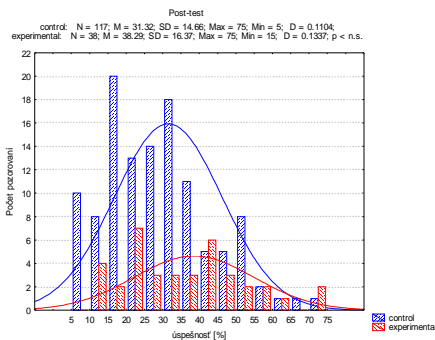
F-Test Two-Sample for Variances		
Pre-test	experimental	control
Mean	23.68421	22.52137
Variance	111.7354	97.68273
Observations	38	117
df	37	116
F	1.143861	
P(F≤f) one-tail	0.290043	
F Critical one-tail	1.513534	

Tab. 4: F-test (pre-test).

Následne bol pre testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$ použitý dvojvýberový *Studentov t-test* pre nerovnaké veľkosti skupín s rovnakými rozptylmi, ktorý potvrdil hypotézu o rovnosti vstupnej vedomostnej úrovni experimentálnej aj kontrolnej skupiny na začiatku semestra ($|t| < t_{critical(two-tail)}$) (Tab. 5).

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
Pre-test	Experimental	Control
Mean	23.68	22.52
Variance	111.74	97.68
Observations	38	117
Pooled Variance	101.08	
df	153	
t Stat	0.619448	
P(T≤t) one-tail	0.268271	
t Critical one-tail	1.654874	
P(T≤t) two-tail	0.536542	
t Critical two-tail	1.97559	

Tab. 5: t-test s predpokladom rovnosti rozptylov vyšetrovaných skupín (pre-test).



Obr. 2: Post-test kontrolná a experimentálna skupina.

Obdobná analýza ako v predchádzajúcom prípade bola urobená aj na konci semestra. *F-test* potvrdil rovnosť rozptylov dvoch normál-

nych populácií na konci semestra (Tab. 6) ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$).

F-Test Two-Sample for Variances		
Post-test	Experi- mental	Control
Mean	38.28947	31.32479
Variance	267.941	214.8246
Observations	38	117
df	37	116
F	1.247254	
P(F≤f) one-tail	0.187889	
F Critical one-tail	1.513534	

Tab. 6: *F-test (post-test).*

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
Post-test	Experimen- tal	Con- trol
Mean	38.29	31.32
Variance	267.94	214.82
Observations	38	117
Pooled Variance	227.67	
df	153	
t Stat	2.47211	
P(T≤t) one-tail	0.007264	
t Critical one-tail	1.654874	
P(T≤t) two-tail	0.014527	
t Critical two-tail	1.97559	

Tab. 7: *t-test s predpokladom rovnosti rozptylov vyšetřovaných skupín.*

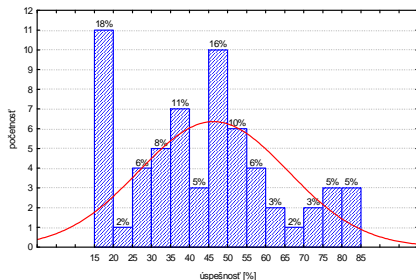
Ďalej bol pre testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$ použitý dvojvýbero-

vý *Studentov t-test* pre nerovnaké veľkosti skupín s rovnakými rozptylmi. Na základe výsledkov ($|t| > t_{critical(two-tail)}$) však nulovú hypotézu o rovnosti výstupnej vedomostnej úrovni skupín zamietame na každej hladine významnosti väčšej ako 1,4 %. Preto bola hypotéza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ zamietnutá a bola prijatá nová hypotéza $H_0: \mu_1 \neq \mu_2$ pre 100·(1- α) % ľavostranný interval spoľahlivosti pre rozdiel $\mu_1 - \mu_2$. Keďže $t \in < t_{critical(one-tail), \infty}$, hypotéza $H_0: \mu_1 > \mu_2$ bola potvrdená. Štatistické testovanie využitím *Studentovho t-testu* potvrdilo štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach experimentálnej a kontrolnej skupiny na konci výučby.

Daný test sme v spolupráci s učiteľmi gymnázií použili aj pri testovaní študentov gymnázií). Obrázok 3 ukazuje výsledky gymnazistov. Ich priemerná úspešnosť bola 46 %, čo je viac, ako percentuálna úspešnosť experimentálnej skupiny študentov na univerzite. Na druhej strane je však potrebné upozorniť na najpočetnejšiu skupinu študentov v intervale úspešnosti 15–20 %. Ak si uvedomíme, že vstupná úroveň vedomostí experimentálnej aj kontrolnej skupiny bola na úrovni 22 %, možno predpokladať, že na technické univerzity prichádzajú z gymnázií práve žiaci s najnižšími znalosťami z fyziky. Dané tvrdenie by bolo

vhodné ešte potvrdiť na väčšej testovanej vzorke.

gymnázium: N = 62; M = 46.0484; SD = 19.4417; Max = 85; Min = 15; D = 0.0873; p < n.s.; LIL < 1



Obr. 3: Pre-test gymnazisti.

3 Spôľahlivosť testu, validita a reliabilita

Počas testovania boli určené aj základné vlastnosti didaktického testu: reliabilita, obtiažnosť úloh a validita testu. Reliabilita, resp. spoľahlivosť, presnosť didaktického testu je v našom prípade vyjadrená koeficientom, ktorého veľkosť je udávaná v rozsahu od 0 po 1, pričom hodnota 0 označuje nulovú a hodnota 1 označuje maximálnu reliabilitu. Vzhľadom na to, že je dodržaná podmienka na obsahovú homogenitu testových úloh, sme ako vhodnú metódu na výpočet koeficientu reliability volili Kuderov – Richardsonov vzorec v nasledujúcom tvare (Jeřábek, 2010):

$$r_{KR20} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k p_i q_i}{s^2} \right) \quad (1)$$

kde k je počet úloh testu, p je relatívny počet študentov, ktorí riešili danú úlohu správne, q je relatívny počet študentov, ktorí riešili danú úlohu nesprávne a s je smerodajná odchýlka pre celkové výsledky študentov v teste.

Bola vypočítaná reliabilita testu, pre skupinu študentov SvF a študentov vybraných gymnázií. Koeficient reliability testu robeného pre 1. ročník SvF na začiatku semestra v šk. roku 2012/2013 bol 0,13, na konci semestra 0,58; v šk. roku 2013/2014 na začiatku semestra bol 0,43, na konci semestra 0,67. U študentov gymnázií bola hodnota 0,76, čo je nad doporučovanou hodnotou reliability, a teda test je dostatočne spoľahlivý a presný. Pri testoch s menším počtom otázok je odporúčaná minimálna hodnota koeficientu aspoň 0,6, takže možno konštatovať, že test robený na konci semestra je spoľahlivý, a možno ho považovať za dobrý nástroj overenia vedomostí študentov.

Z hľadiska určenia kvality didaktického testu sme určovali obtiažnosť úloh. Obtiažnosť charakterizuje časť celkového počtu študentov, ktorí riešili správne, alebo naopak časť študentov, ktorí riešili úlohu nesprávne (možno ju vyjadriť aj percentuálne). Pri určovaní sme vypočítali *index obtiažnosti* P , podľa vzťahu: $P = (n_p/n) \cdot 100$, kde n_p je počet študentov, ktorí riešili úlohu správne, n je celkový počet študentov riešiacich

test. Úlohy s indexom menším ako 20 sú priveľmi náročné a väčším ako 80 sú priveľmi jednoduché, najvhodnejšie sú úlohy s hodnotou okolo 50.

Ako si možno všimnúť (Tab. 8), niektoré úlohy ukazujú na extrémne hodnoty P . Po hlbšom skúmaní

bolo zistené, že extrémne hodnoty u niektorých úloh sú spôsobené tým, že testovaná oblasť nebola zaradená do vyučovacieho procesu na SvF pre všetky testované skupiny žiakov v rovnakom rozsahu a taktiež mnohí zo študentov nenaštevovali prednášky pravidelne.

Č.ú.	Gym	2012/2013		2013/2014		Gym	2012/2013		2013/2014	
		SvF-pre	SvF-po	SvF-pre	SvF-po		SvF-pre	SvF-po	SvF-pre	SvF-po
	P	P	P	P	P	r_{bk}	r_{bk}	r_{bk}	r_{bk}	r_{bk}
1	66,1	13,8	29,4	24,3	30	0,7	0,3	0,5	0,6	0,4
2	85,5	24,4	49,5	40,9	50	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7
3	56,5	30,9	22	18,2	23	0,7	0,4	0,5	0,2	0,5
4	70,9	39	45,9	37,9	39	0,6	0,2	0,3	0,5	0,4
5	45,2	6,5	32,1	26,5	26	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3
6	20,9	14,6	36,7	30,3	30	0,6	0,2	0,5	0,3	0,4
7	37,1	25,2	31,2	25,8	38	0,7	0,5	0,4	0,4	0,5
8	50	12,2	29,4	24,3	38	0,8	0,3	0,5	0,5	0,7
9	58,1	11,4	29,4	24,3	26	0,6	0,3	0,3	0,1	-0,1
10	54,8	19,5	44	36,4	44	0,5	0,3	0,6	0,4	0,7
11	29	4,9	31,2	25,8	27	0,6	0,6	0,5	0,8	0,6
12	35,5	5,7	18,3	15,1	21	0,8	0,4	0,6	0,4	0,6
13	24,2	13	28,4	23,5	40	0,2	0,4	0,5	0,1	0,5
14	75,8	43,9	68,8	56,9	84	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
15	59,7	25,2	13,8	11,4	18	0,6	0,2	0,4	0,4	0,4
16	27,4	17,9	38,5	31,8	37	0,2	0,2	0,5	0,5	0,4
17	22,6	4,1	7,3	6	17	0,8	0,2	0,6	0,5	0,7
18	24,2	4,9	6,4	5,3	17	0,6	0,6	0,03	0,3	0,5
19	74,2	6,5	21,1	17,4	20	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6
20	30,6	17,9	26,6	21,9	40	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5

Tab. 8: Index obtiažnosti a koeficient biseriálnej korelácie jednotlivých úloh testu.

Pri ďalšom použití testu je potrebné zvážiť vyradenie úloh alebo ich upravenie, ako napríklad usporiadanie úloh podľa narastajúcej obtiažnosti, ktorá pri našom časovo obmedzenom teste môže vytvoriť lepšie podmienky pre slabších študentov.

Validita charakterizuje platnosť testu a vyjadruje to, či test, respektíve jednotlivé úlohy preverujú tie vedomosti, ktoré majú byť skutočne preverené. Obsahová validita sa spravidla sleduje a skúma v didaktickom teste, ktorého obsah tvoria v dostatočnej miere úlohy tej časti učiva, ktoré chceme preverovať. Na určenie validity testu sa používa často *koeficient korelácie* r , ktorý určuje štatisticky významnú závislosť medzi skúmanými javmi. Niektorí autori uvádzajú minimálnu hodnotu koeficientu korelácie 0,3. Na určenie obsahovej validity, sme použili *koeficient biseriálnej korelácie* r_{bk} , ktorý je považovaný za vhodný nástroj pre určenie obsahovej validity jednotlivých otázok didaktického testu (Chráska, 2007).

4 Vzťah medzi úspešnosťou študentov v danej úlohe a celkovými výsledkami v teste

Obsahová validita úloh v post-teste sa pohybuje do maximálnych hodnôt 0,6 čo je stredná hodnota koeficientu korelácie. O úlohe, ktorá dosahuje koeficient korelácie 0,62 možno povedať, že má strednú obsahovú validitu a dokáže prie-

merne rozlíšiť študentov podľa ich vedomostí. Minimum koeficientu korelácie je okolo $\pm 0,1$; v jednej otázke (č. 18) bola dokonca hodnota 0,03, čo naznačuje veľmi nízku obsahovú validitu danej úlohy. Z toho možno usúdiť, že daná úloha nie je vhodná na posúdenie vedomostí študentov z danej oblasti. Je predpoklad, že študenti odpovede danej úlohy len „natipovali“. V pre-teste bolo maximum 0,61 a viac otázok s hodnotami okolo 0,2.

Tučným písmom zapísané hodnoty indexu obtiažnosti P otázky poukazujú na veľmi ťažké otázky (iba u študentov SvF!). Avšak, to že otázka je náročná, nebolo potvrdené u gymnazistov a teda dané testové otázky sú vhodné na posúdenie vedomostí študentov na úrovni gymnázia. Čo sa týka študentov SvF, nízke hodnoty v post-teste boli spôsobené tým, že niektoré témy súvisiace s otázkou neboli odprednášané a precvičené v dostatočnej miere (koniec semestra, posledné prednášky odpadli v dôsledku štátnych sviatkov). U všetkých ostatných otázok je index obtiažnosti v intervale 10–90, a teda test môžeme považovať za spoľahlivý.

Pri úlohe číslo 13 vyšla u gymnazistov obsahová validita otázky nižšia v porovnaní so študentami na SvF (2012/2013), čo nasvedčuje, že daná otázka nie je vhodná pre študentov gymnázií. Tento záver po-

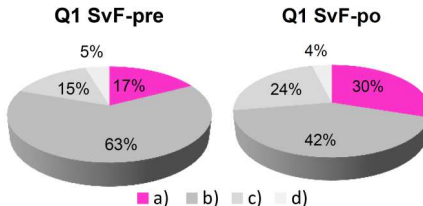
tvrdili aj naše rozhovory s učiteľmi gymnázií, ktorí sa vyjadrili, že oblasť, do ktorej spadá daná testová otázka nebola na niektorých gymnáziách preberaná.

Množstvo výskumov dnes potvrdzuje, že študenti nedisponujú dostatočnou úrovňou prírodovednej gramotnosti. Medzinárodná štúdia PISA prezentuje, že úroveň prírodovednej gramotnosti slovenských žiakov na konci povinnej školskej dochádzky je podpriemerná (Rochovská, 2012). Je preto potrebné začať s formovaním fyzikálnych predstáv už skôr ako na vysokej škole a v dostatočnej miere.

5 Analýza predstáv študentov

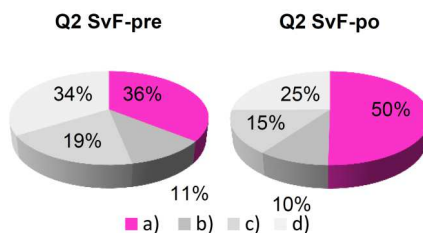
Odpovede na úlohy v teste sú zapísané tak, že správne odpovede sú tie patriace k písmenku A, viď príloha.

Hoci počas semestra u študentov SvF nastal nárast vedomostí (úloha 1: zo 17 % na 36 % správnych odpovedí), stále vysoké percento študentov má mylné vedomosti o zrýchlených pohyboch. Z výsledkov odpovedí na úlohu č. 1 aj č. 2 (Obr. 4, 5) nadobúdame dojem, že študenti jednoducho neakceptujú iný vzťah pre definíciu rýchlosti ako je definícia rýchlosti pre rovnomerný pohyb, ktorý majú zafixovaný zo strednej školy, pričom zo zadania úlohy je zrejmé, že ide o pohyb zrýchlený.

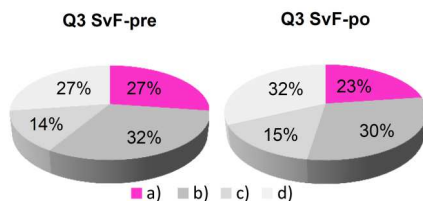


Obr. 4: Výsledky odpovedí na úlohu č. 1

Odpovede na úlohy č., 2, 3, 15 a 19 signalizujú veľmi dôležitý fakt, že študenti majú problémy s grafickými závislosťami. Jednoducho povedané nevedia čítať z grafu. Pri úlohe č. 15 je podiel odpovedí študentov približne rovnaký, z čoho možno predpokladať, že študenti dokonca iba tipovali odpovede.

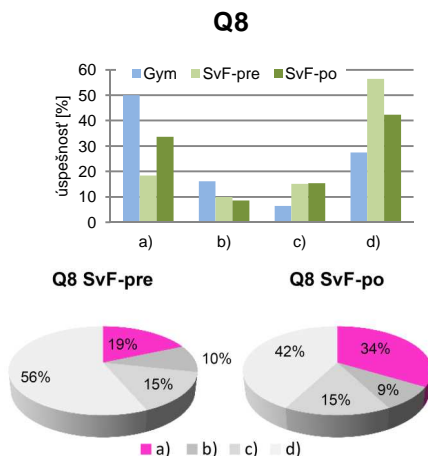


Obr. 5: Výsledky odpovedí na úlohu č. 2



Obr. 6: Výsledky odpovedí na úlohu č. 3

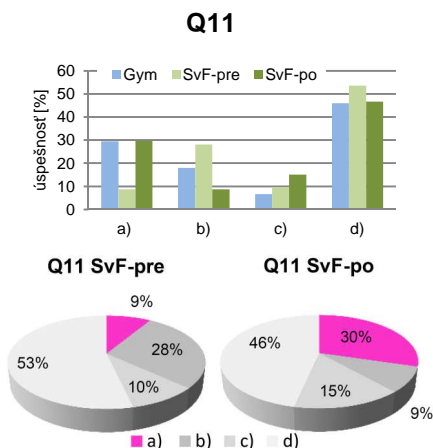
Na obr. 7 vidieť, že študenti gymnázií sa oveľa lepšie orientujú v problematike trenia ako študenti študujúci na univerzite. Za veľmi zlé pokladáme však fakt, že hoci nastalo zlepšenie, ako vidieť v porovnávacích grafoch na začiatku semestra odpovedalo správne 19 %, na konci 34 % študentov, až 76 % odpovedí bolo nesprávnych. A teda aj po absolvovaní základného kurzu fyziky sú ich predstavy o súvisiacich javoch mylné. Zvlášť sa možno pri analýzach sústrediť na odpoveď *d*, ktorú si vybralo na začiatku semestra viac ako polovica študentov a na konci semestra takmer polovica študentov.



Obr. 7: Výsledky odpovedí na úlohu č. 8

Ako možno vidieť na obrázku 8, 9 z výsledkov testovania je zrejmé, že v oblasti dynamiky kvapalín majú gymnazisti aj naši študenti

nedostatočné znalosti. U študentov nastalo celkové zlepšenie po semestri, ale ako vidieť celkovo 70 % (Q.11) a 80 % (Q.12) študentov má stále zlé predstavy. Väčšina študentov síce pri otázke 11 uviedla, že sa pri rozšírení trubice rýchlosť pretekajúcej kvapaliny zníži, avšak väčšina študentov nedokázala správne aplikovať rovnicu spojitosti. Obdobne tomu bolo pri otázke 12, kde viac ako 2/3 študentov nevie aplikovať Bernoulliho rovnicu (a to aj na konci semestra, dokonca aj pri skúške).

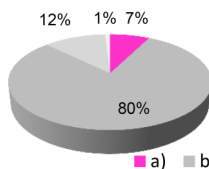


Obr. 8: Výsledky odpovedí na úlohu č. 11

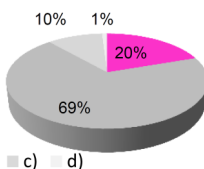
Q12



Q12 SvF-pre



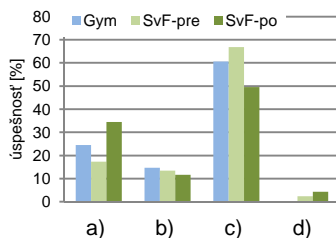
Q12 SvF-po



Obr. 9: Výsledky odpovedí na úlohu č. 12

Dost' zarážajúce sú výsledky z úlohy č. 13., nakoľko úloha súvisí s praxou, kde viac ako 65 % študentov SvF volilo odpoveď c na začiatku semestra a takmer 50 % na konci semestra.

Q13

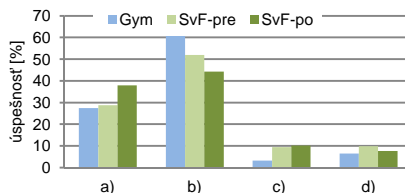


Obr. 10: Výsledky odpovedí na úlohu č. 13

Študenti gymnázií aj študenti univerzity majú zlé predstavy o dejoch v plynoch (obr. 11) a taktiež o kmi-

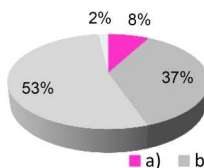
tavých pohyboch (obr. 12, 13). Všimnime si, aké vysoké percento študentov SvF volilo odpovede b, c aj na začiatku aj konci semestra.

Q16

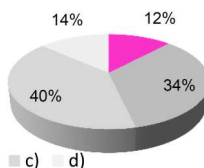


Obr. 11: Výsledky odpovedí na úlohu č. 16

Q17 SvF-pre

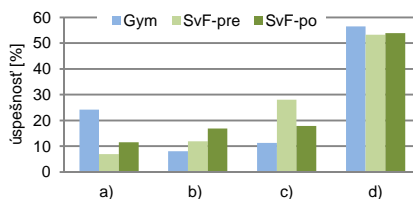


Q17 SvF-po



Obr. 12: Výsledky odpovedí na úlohu č. 17

Q18



Obr. 13: Výsledky odpovedí na úlohu č. 18

Pri bližšom skúmaní odpovedí študentov na úlohu č. 20 sme prišli na to, že študenti zabúdajú premieňať jednotky. Žiaľ to nie je nič prekvapivé, zo skúsenosti vieme, že

študenti jednotkám fyzikálnych veličín neprpisujú dôležitý význam.

možno zlepšovať názornosť a budovať správne fyzikálne predstavy o dejoch okolo nás.

6 Záver

Nami realizované testovanie ukázalo:

- Na konci semestra nastal nárast vedomostí u experimentálnej aj u kontrolnej skupiny.
- U experimentálnej skupiny, ktorá realizovala výpočtové cvičenia prostredníctvom videoanalýz bol nárast vedomostí vyšší.
- Rozdiel vo vedomostnej úrovni medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou bol štatisticky významný na hladine významnosti $\alpha = 5\%$.
- Avšak vedomostná úroveň študentov gymnázií bola vyššia ako študentov SvF po skončení semestra!
- Koeficient reliability testu dosahoval hodnoty 0.58 – 0.75 na základe čoho možno považovať daný test za spoľahlivý.
- Ďalšia analýza úloh poukázala na to, že aj keď na konci semestra dôjde k zvýšeniu počtu správnych odpovedí, naďalej ostáva veľká skupina študentov, ktorých predstava o fyzikálnych dejoch je spojená s chybnými predstavami, tzv. miskoncepami.
- Využitie videoanalýz a simulácií dejov vo vyučovaní procese je jednou z možností, ako

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Slovenskou grantovou agentúrou KEGA na základe zmluvy č. 035ŽU-4/2012. Autori taktiež ďakujú učiteľom fyziky na gymnáziách: Bilingválne gymnázium Žilina (Mgr. Marek Matuška), Gymnázium Varšavská Žilina (Mgr. Jozefína Špániová) a Gymnázium v Ružomberku (Mgr. Miroslav Krajník) za ich spoluprácu pri testovaní žiakov gymnázií.

7 Literatúra

- [1] HOCKICKO, P. a ROCHOVSKÁ, I. Hľadanie, analýza a možnosti odstraňovania chybných predstáv vo fyzikálnom vzdelávaní na technických univerzitách. *Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VI, Národný festival fyziky 2013*, 1. vyd, Bratislava, Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2013, s. 126–132. ISBN 978-80-971450-0-2.
- [2] HOCKICKO, P. *Fyzika v príkladoch a videopríkladoch / Videoanalysis based tasks in physics*, 1.vyd. Žilina, Edis, [DVD] 2013. ISBN 978-80-554-0811-8 Dostupné na: <http://hockicko.uniza.sk/Priklady/videopriklady.htm>
- [3] CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. 2007, Grada

Publishing, 265 s. ISBN 978-80-247-1369-4

[4] JEŘÁBEK, O. – BÍLEK, M. *Tvorby didaktických testů*. Olomouc, 2010. ISBN 978-80-244-2494-1

[5] KOPÁČOVÁ, J. *Kompetencie študentov učiteľstva pre primárne vzdelávanie na vyučovanie prírodovedy*. In: Prídavková, A. – Klimovič, J. (eds.) *Komplexnosť a integrita v predprimárnej, primárnej a špeciálnej edukácii*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, 2012, 643–647. ISBN 978-80-555-0664-7

[6] KRIŠŤÁK, Ľ. – NĚMEC, M. – STEBILA, J. – DANIHELOVÁ, Z. *Interactive P&E Method in Teaching Physics at Secondary Schools*. In: Journal of Technology and Information Education, Vol. 5, No. 1, 2013, pp. 42–49. ISSN 1803-537X

[7] KRIŠŤÁK, Ľ. – STEBILA, J. – DANIHELOVÁ, Z. *Experimental Support in Teaching Physics at Lower Secondary Schools*. In: Scientia in educatione 4(1), 2013, pp. 3–18. ISSN 1804-7106

[8] MARKECHOVÁ, D. – STEHLÍKOVÁ, B. – TIRPÁKOVÁ, A. *Štatistické metódy a ich aplikácie*. Nitra 2011: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 534s. ISBN 987-80-8094-807-8

[9] program STATISTICA (trial version), StatSoft, Inc. 2011.

[10] ROCHOVSKÁ, I. *Formovanie prírodovednej gramotnosti študentov odboru predškolská a elemen-*

tárna pedagogika. Ružomberok: Verbum, 2012. 267 s. ISBN 978-80-8084-859-0

[11] VALOVIČOVÁ, Ľ. – JAKABOVÁ, S. a kol. *Prírodovedné vzdelávanie formou projektového vyučovania*. Nitra: FPV UKF v Nitre, 2012. 193 s. ISBN 978-80-558-0149-0

Doc. PaedDr. Peter Hockicko, PhD.
RNDr. Gabriela Tarjányiová, PhD.

Katedra fyziky
Elektrotechnická fakulta ŽU
Univerzitná 8215/1

010 26 Žilina, SR

Tel: +421 5132364

E-mail:

hockicko@fyzika.uniza.sk, tarjanyiova@fyzika.uniza.sk

www.pracoviska:

http://fyzika.uniza.sk

Príloha (vstupný a výstupný test):

(1) Kameň padá voľným pádom do priepasti hlbokej 45 m. Za aký čas dopadne na dno? Odpor vzduchu zanedbajte. (Kameň má pred dopadom rýchlosť 30 m/s).

(A) 3 s (B) 1,5 s (C) 4,5 s (D) 9 s

(2) Graf na obrázku zodpovedá pohybu vlaku pred vjazdom do stanice. Aká bola veľkosť zrýchlenia vlaku počas brzdenia?

(A) $30/8 \text{ m.s}^{-2}$

(B) $30/12 \text{ m.s}^{-2}$

(C) $30/10 \text{ m.s}^{-2}$

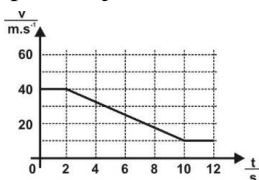
(D) $40/12 \text{ m.s}^{-2}$

(3) Akú dráhu prešiel vlak pri brzdení? (obrázok z predchádzajúceho príkladu)

- (A) 200 m
- (B) 300 m
- (C) 400 m
- (D) 320 m

(4) Brankár chytil loptu s hmotnosťou 0,5 kg, ktorá letela rýchlosťou 18 m.s⁻¹. Akou priemernou silou pôsobil na loptu, ak ju zastavil za 0,06 s?

- (A) 150 N
- (B) 36 N
- (C) 300 N
- (D) 600 N



(5) Ktorá z uvedených jednotiek je jednotkou momentu zotrvačnosti?

- (A) kg.m² (B) M.m (C) J (D) m.s⁻²

(6) Pohybová rovnica rotačného pohybu je vyjadrená vzťahom:

- (A) $M = J \cdot \varepsilon$
- (B) $F = m \cdot a$
- (C) $L = J \cdot \omega$
- (D) $M = F \cdot r$

(7) Auto sa pohybuje po ceste medzi bodmi P a Q rýchlosťou, ktorá má konštantnú veľkosť v . Na ceste sú dve zákruty, ktoré ležia na kružniciach s polomerami $r_B = 2 \cdot r_A$. Pre uhlové rýchlosti ω_A a ω_B platí:

- (A) $\omega_B = 0,5 \cdot \omega_A$
- (B) $\omega_B = 0,25 \cdot \omega_A$
- (C) $\omega_B = 2 \cdot \omega_A$
- (D) $\omega_B = 4 \cdot \omega_A$

(8) Od čoho nezávisí veľkosť trecej sily? Od

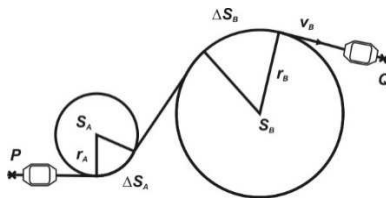
- (A) dotykovej plochy
- (B) hmotnosti telesa
- (C) materiálu dotýkajúcich sa telies
- (D) tiažového zrýchlenia

(9) Pozeráme sa na ručičkové hodinky v smere kolmom na ich ciferník. Aký smer má vektor momentu sily, ktorý spôsobuje pohyb minútovej ručičky hodín?

- (A) Je kolmý na rovinu ciferníka a smeruje od nás.
- (B) Je kolmý na rovinu ciferníka a smeruje ku nám.
- (C) Leží v rovine ciferníka a je kolmý na ručičku.
- (D) Má rovnaký smer ako ručička hodín.

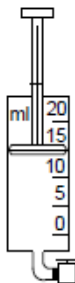
(10) Bója tvaru gule s hmotnosťou m leží v pokoji na hladine kvapaliny s hustotou ρ . Objem celej bóje je V , objem ponorenej časti bóje je V_1 . Ktoré z nasledujúcich tvrdení o bóji je pravdivé?

- (A) $V_1 \rho g = mg$
- (B) $V \rho g < mg$
- (C) $V_1 \rho g < mg$
- (D) $(V + V_1) \rho g < mg$



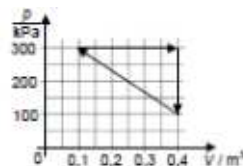
(11) Voda priteká rýchlosťou v potrubím s priemerom d do rozšíreného miesta, ktoré má priemer $4d$. Akou rýchlosťou bude voda pretekať rozšíreným miestom?

- (A) $v/16$ (B) $4v$
(C) $16v$ (D) $v/4$



a pod piestom je tlak p . Ak posunieme piest na značku 5 ml, hodnota tlaku pod piestom bude približne rovná

- (A) $3p$
(B) $2p$
(C) $p/2$
(D) $p/3$



(12) Ako sa zmení veľkosť tlaku v uzavretej trubici s prúdiacou kvapalinou, keď sa prierez trubice zúži?

- (A) zmenší sa (B) zväčší sa
(C) nezmení sa (D) je stále nulový

(13) Pre koeficienty teplotnej rozťažnosti železa a betónu platí:

- (A) sú porovnateľné
(B) železo má rádovo nižší
(C) železo má rádovo vyšší
(D) sú úplne rovnaké

(14) Bublíny vzduchu stúpajúce z dna k hladine:

- (A) sa zväčšujú
(B) sa zmenšujú
(C) nemenia veľkosť
(D) nemenia vztlačkovú silu, ktorá na ne pôsobí

(15) Akú prácu vykonal ideálny plyn počas jedného cyklu znázorneného na obrázku?

(16) Ventil, ku ktorému je pripojená injekčná striekačka, je uzavretý

(17) Aká bude frekvencia oscilátora, ak sa jeho hmotnosť zmenší 9 – krát? Jeho pôvodná frekvencia bola 81 Hz.

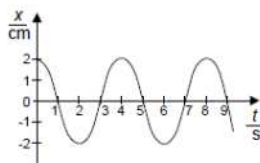
- (A) 243Hz
(B) 729Hz
(C) 9Hz
(D) 27Hz

(18) Závažie na špirálovej pružine kmitá na povrchu Zeme s frekvenciou 10 Hz. Ako sa zmení frekvencia kmitov, ak by sme sústavu umiestnili na Mesiac?

- (A) Nezmenila by sa.
(B) Zväčšila by sa.
(C) Závažie by vôbec nekmitalo.
(D) Zmenšila by sa.

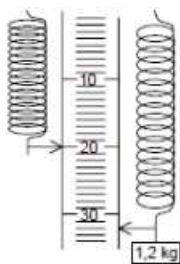
(19) Na obrázku je znázornený priebeh výchylky kmitov v závislosti od času. Aká veľká je frekvencia uvedeného kmitavého pohybu?

- (A) 0,25 Hz
(B) 0,5 Hz
(C) 2 Hz
(D) 4 Hz



(20) Závažie s hmotnosťou 1,2 kg je zavesené na pružine vedľa stupnice s centimetrovými dielikmi (pozri obrázok). Približne aká je tuhosť tejto pružiny?

- (A) 100 N.m^{-1}
- (B) 10 N.m^{-1}
- (C) 1 N.m^{-1}
- (D) 1000 N.m^{-1}



- (A) 30 kJ (B) 60 kJ
- (C) 90 kJ (D) 120 kJ