



STATISTICAL PROCESSING OF THE OUTCOMING TEST RESULTS OF 7TH GRADE OF PRIMARY SCHOOL OF KEGA 015 UKF – 4/2012 PROJECT

ŠTATISTICKÉ SPRACOVANIE VÝSLEDKOV VÝSTUPNÉHO TESTU PRE 7. ROČNÍK ZŠ PROJEKTU KEGA 015 UKF – 4/2012

MÁRIA KÓŠOVÁ¹ – EDITA SZABOVÁ – EVA UHRINOVÁ

ABSTRACT. *The paper deals with statistical processing of outgoing test results, which was written as part of project KEGA 015 UKF – 4/2012. The aim of this project was to compare knowledge level of pupils from 7th grade of primary school in the experimental and control group in this school year 2011/2012. By comparing these groups we want to verify hypotheses as are comparing the knowledge of pupils from experimental school with Hungarian and Slovak teaching language, the pupils with and without failure learning and the level of boy knowledge and the level of girl knowledge. This paper deals with the reliability of the outcoming test and the item analysis of the test also.*

KEY WORDS: *KEGA_015_UKF_–_4/2012, statistical processing of the outgoing test results, tasks of real-life context*

ABSTRAKT. *V nasledujúcom príspevku sa zaoberáme štatistickým spracovaním výsledkov výstupného testu projektu KEGA 015 UKF – 4/2012. Cieľom tohto projektu v školskom roku 2011/2012 bolo porovnanie úrovne vedomostí žiakov 7. ročníka ZŠ v experimentálnej a kontrolnej skupine. Porovnaním týchto skupín chceme overiť hypotézy týkajúce sa porovnania úrovne vedomostí žiakov v experimentálnych školách s vyučovacím jazykom slovenským a maďarským, úrovne vedomostí žiakov s poruchou a bez poruchy učenia, úrovne vedomostí chlapcov a dievčat. Okrem toho sa zaoberáme aj reliabilitou testu a položkovou analýzou testu.*

KEÚČOVÉ SLOVÁ: *KEGA_015_UKF_–_4/2012, štatistické spracovanie výsledkov testu, úlohy s kontextom z reálneho života*

CLASSIFICATION: *B12*

Úvod

Nasledujúci príspevok podáva informácie o štatistickom spracovaní výsledkov výstupného testu v rámci riešenia projektu KEGA 015 UKF – 4/2012 s názvom *Zvyšovanie kľúčových matematických kompetencií II – Alternatívne učebné programy z matematiky pre základné školy v zmysle cieľov nového štátneho vzdelávacieho programu a v zmysle zvyšovania matematickej gramotnosti podľa dopadov PISA*, ktorého cieľom bolo v školskom roku 2011/12 vytváranie nových učebných materiálov predmetu matematika a overenie efektívnosti vyučovania pomocou týchto materiálov v 7. ročníku ZŠ. Tento projekt nadväzuje na projekt KEGA 3/7001/09 s rovnakým názvom, ktorý bol venovaný tvorbe nových učebných materiálov a overeniu ich efektívnosti vo vyučovaní v 5. a 6. ročníku ZŠ. Jedná sa o materiály zamerané na zvyšovanie kľúčových matematických kompetencií prostredníctvom problémových úloh s kontextom z reálneho života, a tým aj na prípravu žiakov na medzinárodné testovanie vedomostí.

¹ Corresponding author

V rámci tohto projektu prebieha experiment, ktorý začal náhodným rozdelením škôl zapojených do výskumu na experimentálne a kontrolné a napísaním vstupného testu, ktorého výsledky sa nachádzajú v článku [7]. V každom roku riešenia sú pre experimentálne školy pripravované materiály s úlohami s kontextom z reálneho života pre každú vzdelávaciu oblasť pre konkrétny ročník. Na konci školského roka žiaci experimentálnych a kontrolných škôl píšú výstupný test. Štatistické spracovanie výsledkov výstupných testov možno nájsť pre 5. ročník v [8] a pre 6. ročník v [4].

Hlavná hypotéza výskumu a výskumná vzorka

Hlavnou hypotézou výskumu je hypotéza

H0: *Pripravené materiály efektívne prispeli k zvýšeniu kľúčových matematických kompetencií žiakov 7. ročníka ZŠ.*

Výskumnú vzorku tvorí 620 žiakov 7. ročníka základných škôl zo štyroch okresov Nitrianskeho kraja. Niektoré školy sú školy s vyučovacím jazykom maďarským.

Metodológia a nástroje výskumu

Ako metóda výskumu bol použitý experiment. Školy boli teda náhodne rozdelené do dvoch skupín - školy experimentálne a školy kontrolné. V experimentálnej skupine je 13 škôl, kontrolnú skupinu tvorí 12 škôl. Ako výskumné nástroje boli použité didaktické testy – vstupný a výstupný test. Vstupný test bol použitý iba na začiatku experimentu (to zn. v 5. ročníku v školskom roku 2009/2010). Výstupnými testami sa porovná úroveň vedomostí žiakov v experimentálnej a kontrolnej skupine na konci každého školského roku.

Výstupný test a ďalšie hypotézy výskumu

Výstupný test pre 7. ročník obsahoval 6 úloh, z ktorých každá pozostávala z niekoľkých podúloh. Všetky otázky v úlohách boli otvorené. Obsahová validita testu bola posúdená učiteľmi 7. ročníka ZŠ. Test bol najskôr odskúšaný na jednej z experimentálnych škôl a na základe toho boli niektoré úlohy mierne upravené. Každá z úloh mala pridelený určitý počet bodov. Každý žiak mohol získať celkovo maximálne 30 bodov (Súčet).

Na základe výsledkov výstupného testu sa overuje nasledovná hypotéza:

H1: *Úroveň vedomostí žiakov v experimentálnej skupine je významne odlišná od úrovne vedomostí žiakov v kontrolnej skupine v prospech experimentálnej skupiny.*

Okrem tejto hypotézy sme si stanovili overiť a ďalšie hypotézy:

H2: *Úroveň vedomostí žiakov v školách z experimentálnej skupiny s vyučovacím jazykom slovenským nie je významne odlišná od úrovne vedomostí žiakov v školách z experimentálnej skupiny s vyučovacím jazykom maďarským.*

H3: *Úroveň vedomostí chlapcov z experimentálnej skupiny nie je významne odlišná od úrovne vedomostí dievčat z experimentálnej skupiny.*

H4: *Úroveň vedomostí žiakov s poruchou učenia z experimentálnej skupiny je významne odlišná od úrovne vedomostí ostatných žiakov z experimentálnej skupiny.*

Výsledky výstupného testu

Vzhľadom na stanovené hypotézy porovnáваме priemerný počet dosiahnutých bodov z testu v týchto skupinách: experimentálna a kontrolná (E a K), experimentálne školy s vyučovacím jazykom slovenským (ESJ) a s vyučovacím jazykom maďarským (EMJ), skupina dievčat z experimentálnych škôl (EZ) a chlapcov z experimentálnych škôl (EM), skupina žiakov bez poruchy učenia z experimentálnych škôl a skupina žiakov s poruchou

učenia z experimentálnych škôl (ENie a EAno). Popisné štatistiky porovnávaných skupín sme zhrnuli v tabuľke 1.

skup. 1, skup.2	Popisné štatistiky - aritmetický priemer počtu bodov z testu (Priemer), smerodajná odchýlka (Sm. o.), počet platných hodnôt (Počet)					
	Priemer skup. 1	Priemer skup. 2	Sm. o. skup. 1	Sm. o. skup. 2	Počet skup. 1	Počet skup. 2
K, E	7,31	13,87	8,33	7,12	294	326
EMJ, ESJ	15,48	12,76	8,64	7,94	120	174
EZ, EM	13,82	13,93	8,37	8,31	155	139
ENie, EAno	16,9	5,95	7,25	4,55	10	10

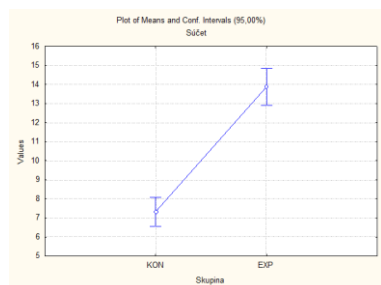
Tabuľka 1: Popisné štatistiky výstupného testu pre 7. ročník projektu KEGA

Keďže p-hodnoty testu normality (Shapiro – Wilkov test) sú pre skupiny E, K, ESJ, EMJ, EZ, EM, ENie menšie ako 0,05 nemožno rozdelenie počtu bodov v žiadnej z týchto skupín považovať za normálne. Jedinou skupinou, v ktorej možno rozdelenie počtu bodov považovať za normálne je skupina žiakov s poruchou učenia z experimentálnych škôl (EAno). Vzhľadom na uvedené sme na overenie hypotéz H1 – H4 použili neparametrický *Mann-Whitneyov U test*.

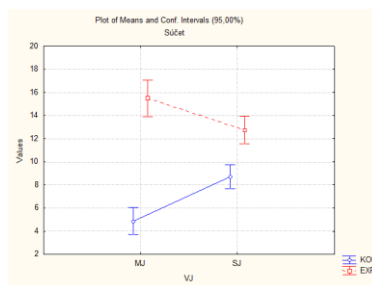
sk.1, sk.2	Súč.por. skup. 1	Súč. por. skup. 2	U	Z	p	Z uprav	P	Počet skup. 1	Počet skup. 2
K, E	78968	113542	25667	-9,99	0,00	-10,00	0,00	326	294
EMJ, ESJ	19534,5	23830,5	8605,5	2,56	0,01	2,56	0,01	120	174
EZ, EM	22775,0	20590,0	10685,0	-0,120	0,904	-0,120	0,90	155	139
EAno, ENie	144	66	11	2,95	0,003	2,95	0,003	10	10

Tabuľka 2: Výsledky Mann-Whitneyovho U testu

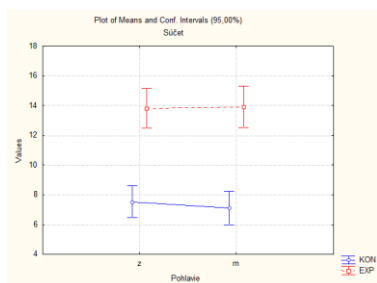
Grafické znázornenie priemerného počtu bodov z testu spolu s 95% intervalmi spoľahlivosti dosiahnutého v jednotlivých skupinách možno vidieť na obrázkoch 1a - 1d. Pre porovnanie, na obrázkoch 1b, 1c a 1d uvádzame aj znázornenie výsledkov z kontrolných škôl.



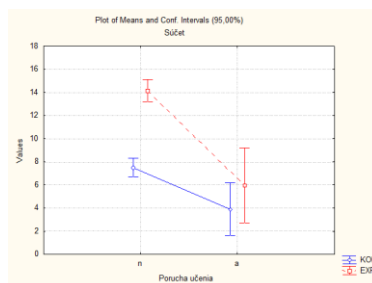
Obrázok 1a: Graf priemerov pre E a K



Obrázok 1b: Graf priemerov pre SJ a MJ



Obrázok 1c: Graf priemerov pre Z a M



Obrázok 1d: Graf priemerov pre Nie a Ano

Z výsledkov *U testu* i z grafu na obrázku 1a je zrejmé, že rozdiel medzi priemerom v experimentálnej skupine (13,87) a v kontrolnej skupine (7,31) je štatisticky významný v prospech experimentálnej skupiny ($Z_{adj.} = -10,00$, $p = 0,000$), z čoho vyplýva platnosť hypotézy *H1*. Teda zamietame štatistickú hypotézu *Stredné hodnoty počtu bodov za test sa v skupinách E a K rovnajú* resp. *Rozdelenie počtu bodov za test v skupinách E a K je identické*. To znamená, že platí alternatívna štatistická hypotéza *Stredné hodnoty počtu bodov za test sa v skupinách E a K nerovnajú* resp. *Rozdelenie počtu bodov v skupinách E a K nie je identické*.

Rovnako tak, z výsledkov *U testu* ($Z_{adj.} = 2,56$, $p = 0,01$) vyplýva, že je významný rozdiel medzi priemerom v skupine experimentálnych škôl s vyučovacím jazykom maďarským (15,48) a s vyučovacím jazykom slovenským (12,76) v prospech škôl s vyučovacím jazykom maďarským. Ak sa však pozrieme na obrázok 1b, zistíme, že aj v kontrolnej skupine škôl pravdepodobne existuje významný rozdiel medzi priermi škôl s vyučovacím jazykom slovenským a maďarským, avšak v prospech slovenských škôl.

Vzhľadom na to sme si súbor rozdelili na štyri skupiny (ESJ, KSJ, EMJ, KMJ), ktoré sme porovnali prostredníctvom neparametrického mnohonásobného porovnania priemerov. Zistili sme, že je významný rozdiel medzi priermi všetkých skupín okrem rozdielu medzi skupinami EMJ a ESJ. Tento záver je síce odlišný od záveru *Mann-Whitneyovho U testu*, ale keďže nás prioritne zaujíma len porovnanie dvoch skupín EMJ a ESJ, berieme za smerodajný výsledok práve záver *Mann-Whitneyovho U testu*. Dosiagnuté *p*-hodnoty neparametrického mnohonásobného porovnania priemerov uvádzame v tabuľke 3. Hypotéza *H2* sa teda nepotvrdila, čo znamená zamietnutie štatistickej hypotézy *Rozdelenie počtu bodov za test v základných súboroch skupín ESJ a EMJ je identické*.

Teda medzi výsledkami v týchto skupinách je signifikantný rozdiel. Žiaci experimentálnych škôl s vyučovacím jazykom maďarským dosiahli lepšie výsledky ako žiaci experimentálnych škôl s vyučovacím jazykom slovenským. Pričom zaujímavým zistením je aj situácia v kontrolných školách, kde sa tiež preukázal významný rozdiel v dosiahnutých výsledkoch (p -hodnota=0,000052), avšak pre školy s vyučovacím jazykom slovenským (aj z výsledkov porovnania prostredníctvom *M-W U testu* vyplýva významnosť tohto rozdielu, $Z_{adj.} = -5,12$, p -hodnota=0,0000). Z čoho ďalej vyplýva, že síce nastalo významné zlepšenie v oboch typoch škôl (MJ aj SJ), ale výraznejší posun nastal práve v školách s vyučovacím jazykom maďarským.

	KMJ (4,87)	EMJ (15,48)	KSJ (8,69)	ESJ (12,76)
KMJ (4,87)		0,000000	0,000052	0,000000
EMJ (15,48)	0,000000		0,000000	0,137588
KSJ (8,69)	0,000052	0,000000		0,000001
ESJ (12,76)	0,000000	0,137588	0,000001	

Tabuľka 3: neparametrické mnohonásobné porovnania priemerov

Z výsledkov *U testu* ($Z_{adj.} = -0,12$, $p = 0,9$) ďalej vyplýva, že medzi dosiahnutým priemerným počtom bodov z testu v skupine chlapcov z experimentálnych škôl (13,93) a v skupine dievčat z experimentálnych škôl (13,82) nie významný rozdiel. Hypotéza H3 sa potvrdila, teda štatistickú hypotézu *Rozdelenie počtu bodov za test v skupine EZ a EM je identické* nezamietame. V experimentálnych školách nie je významný rozdiel v úrovni vedomostí medzi chlapcami a dievčatami.

Aby sme pri vyhodnocovaní hypotézy H4, a teda porovnávaní priemerov skupiny žiakov s poruchou učenia z experimentálnych škôl a bez poruchy učenia z experimentálnych škôl, neporovnávali dva súbory s veľmi odlišným rozsahom, urobili sme náhodný výber 10 žiakov zo skupiny ENie. Z výsledkov *U testu* pre porovnanie týchto dvoch skupín vyplýva, že je významný rozdiel v úrovni vedomostí medzi skupinami EAno a ENie. Štatistickú hypotézu *Rozdelenie počtu bodov za test v skupinách EAno a ENie je identické* zamietame, teda naša hypotéza H4 sa potvrdila.

Analýza kvality výstupného testu

V tejto časti uvádzame popisné štatistiky počtu bodov za test bez ohľadu na skupiny, koeficient reliability testu a položkovú analýzu testu. Reliabilita testu by mala byť aspoň 0,65. Reliabilita nad 0,85 sa považuje za postačujúcu na to, aby bolo možné na základe jednej skúšky prijať rozhodnutie ([6]).

V tabuľke 4 sú uvedené popisné štatistiky počtu bodov za test a tabuľka 5 obsahuje položkovú analýzu testu, teda popisné štatistiky počtu bodov za úlohy – aritmetický priemer, medián, modus, smerodajnú odchýlku, ďalej percento žiakov, ktorí dosiahli maximálnu úspešnosť riešenia (úloha je podozrivá, ak je týchto žiakov aspoň 80 %), percento žiakov, ktorí získali z úlohy 0 bodov (úloha je podozrivá, ak je týchto žiakov aspoň 80 %). Vidíme, že ani jedna úloha nie je podozrivá. Modus počtu bodov je vo všetkých úlohách rovný 0.

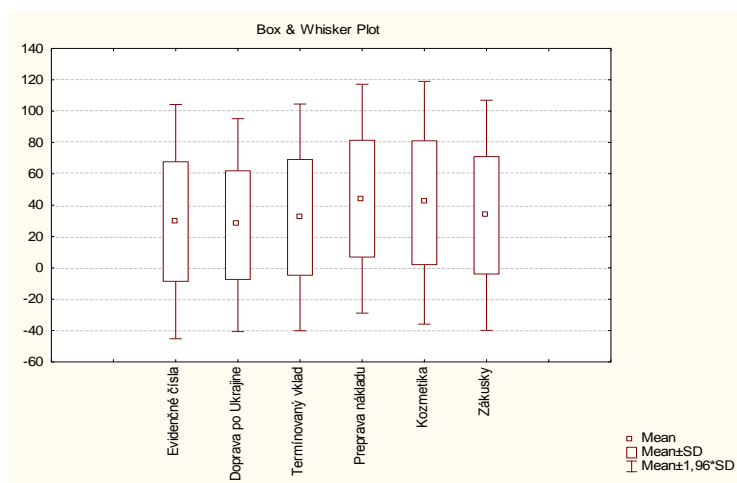
Premenná	N platných	Priemer	Medián	Modus	Poč. mod.	Min	Max	Sm. odch.
Súčet	620	10,43	9	0	53	0	30	8,37

Tabuľka 4: Popisné štatistiky počtu bodov za test

	Popisné štatistiky								
	priemer	med	mod	Poč. mod.	min	max	smer. odch.	% žiakov s min	% žiakov s max
Evidenčné čísla	1,48	0	0	338	0	5	1,91	54,52%	15,81%
Doprava po Ukrajine	1,37	1	0	303	0	5	1,73	48,87%	9,84%
Termínovaný vklad	1,61	1	0	238	0	5	1,84	38,39%	16,77%
Preprava nákladu	2,21	2	0	177	0	5	1,86	28,55%	20,16%
Kozmetika	2,08	2	0	219	0	5	1,98	35,32%	20,16%
Zákusky	1,68	1	0	227	0	5	1,87	36,61%	18,39%

Tabuľka 5: Položková analýza testu

Vypočítali sme percentuálnu úspešnosť riešenia každej úlohy u každého žiaka a nakreslili sme škatuľové grafy pre priemernú percentuálnu úspešnosť, smerodajnú odchýlku percentuálnej úspešnosti a 1,96 násobok smerodajnej odchýlky percentuálnej úspešnosti (obr. 3).



Obrázok 2: Škatuľové grafy percentuálnej úspešnosti úloh

Najvyššiu priemernú percentuálnu úspešnosť dosiahli žiaci pri riešení úlohy *Preprava nákladu*. Naopak, najťažšou úlohou bola pre žiakov úloha *Doprava po Ukrajine*.

Pre zistenie miery reliability testu sme vypočítali koeficient reliability *Cronbachovu alfu* (0,846), ktorej hodnota svedčí o dostatočnej reliabilite výstupného testu. Pre stanovenie miery reliability testu je ešte nutné zistiť hodnotu spomínaného koeficientu aj po odstránení jednotlivých úloh z testu. Ak sa hodnota *Cronbachovej alfy* zväčší po odstránení danej úlohy, táto úloha znižuje reliabilitu testu. Hodnoty koeficientu reliability po odstránení jednotlivých úloh sa nachádzajú v tabuľke 6.

	Evidenčné čísla	Doprava po Ukrajine	Termínovaný vklad	Preprava nákladu	Kozmetika	Zákusky
alfa po odstr.	0,807338	0,818892	0,802029	0,824704	0,814417	0,826663

Tabuľka 6: Hodnoty koeficientu reliability po odstránení jednotlivých úloh

Záver

Preukázali sme, že nami vytvorený výstupný test pre žiakov 7. ročníka bol dostatočne reliabilný.

Na základe jeho výsledkov možno konštatovať, že materiály pripravené pre učiteľov a prostredníctvom nich pre žiakov 7. ročníka ZŠ efektívne prispeli k zvýšeniu kľúčových matematických kompetencií žiakov 7. ročníka ZŠ.

Ukázalo sa, že žiaci z experimentálnych škôl s vyučovacím jazykom maďarským dosiahli významne lepšie výsledky ako žiaci z experimentálnych škôl s vyučovacím jazykom slovenským. Naopak, v kontrolných školách dosiahli lepšie výsledky žiaci zo škôl s vyučovacím jazykom slovenským. Možno sa domnievať, že to môže byť spôsobené

tým, že v školách s vyučovacím jazykom maďarským sa viac pracuje s pripravenými materiálmi.

Nepreukázal sa významný rozdiel v úrovni vedomostí vzhľadom na pohlavie žiakov v experimentálnych školách.

Ďalej sa preukázal očakávaný výsledok, že vedomosti žiakov s poruchou učenia sú významne slabšie ako vedomosti žiakov bez porúch učenia v experimentálnych školách.

Literatúra

- [1] Anděl, J. (2003). Štatistické metódy. Praha: Matfyzpress, 2003. ISBN 80-86732-08-8
- [2] Gavora P. (2001). Úvod do pedagogického výskumu. Bratislava: UK, 2001. ISBN 80-223-1628-8
- [3] Kaňová E. (2005). Tvorba didaktických testov z pravdepodobnosti a ich analýza. In: Zborník zo VI. Vedeckej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov, Nitra: Edícia Prírodovedec č. 159, 2005. ISBN 80-8050-813-5
- [4] Kóšová, M. - Rybanský, L. (2011). Štatistické spracovanie výsledkov výstupného testu pre 6. ročník projektu KEGA 3/7001/09. In: ACTA MATHEMATICA 14, Nitra: Katedra matematiky FPV UKF, 2010, s.117-123. ISBN 978-80-8094-7958-7.
- [5] Rosa. V. (2007). Metodika tvorby didaktických testov. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2007.
- [6] Rybanský, L. – Vrábellová M. (2010). Štatistické spracovanie výsledkov vstupného testu KEGA 3/7001/09. In: Zborník príspevkov z vedeckej konferencie Pedagogická veda a školská prax v historickom kontexte, Trnava: Katedra pedagogiky FF Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave, 2010.
- [7] Rybanský, L. – Vrábellová M. (2010). Štatistické spracovanie výsledkov výstupného testu pre 5. ročník projektu KEGA 3/7001/09. In: ACTA MATHEMATICA 13, Nitra: Katedra matematiky FPV UKF, 2010, s. 225-232. ISBN 978-80-8094-791-1.
- [8] Zvára, K. – Štěpán, J. (2001). Pravdepodobnosť a matematická statistika. Praha: Matfyzpress, Bratislava: VEDA, 2001. ISBN 80-2240736-4

Článok prijatý dňa 15. apríla 2013.

Adresa autorov

Mgr. Mária Kóšová

Katedra matematiky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa, Tr.A.Hlinku1, SK – 94974 Nitra; e-mail: maria.kosova@ukf.sk

Mgr. Edita Szabová

Katedra matematiky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa, Tr.A.Hlinku1, SK – 94974 Nitra; e-mail: edita.szabova@ukf.sk

PaedDr. Eva Uhrinová

Katedra matematiky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa, Tr.A.Hlinku1, SK – 94974 Nitra; e-mail: eva.uhrinova@ukf.sk

PodĎakovanie

Tento článok bol podporený grantom KEGA 015 UKF - 4/2012.