

Maturitná skúška 2017

Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky

z matematiky

Mgr. Tomáš Ficek
PaedDr. Lucia Ficová, PhD.
PaedDr. Janka Kurajová Stopková, PhD.
RNDr. Miroslav Repovský

Bratislava 2017

Obsah

Obsah.....	2
Použité skratky a pojmy.....	4
Úvod	6
1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky	7
2 Výsledky EČ MS z matematiky	9
2.1 Všeobecné výsledky.....	9
2.2 Rozdiely vo výsledkoch podľa druhu školy	12
2.3 Rozdiely vo výsledkoch podľa kraja	14
2.4 Rozdiely vo výsledkoch podľa zriaďovateľa	16
2.5 Rozdiely vo výsledkoch podľa pohlavia.....	16
2.6 Rozdiely vo výsledkoch podľa dĺžky štúdia na gymnáziu	17
2.7 Rozdiely vo výsledkoch podľa známky	18
2.8 Rozdiely vo výsledkoch podľa zamerania – bilingválne štúdium žiaka	20
3 Interpretácia výsledkov testu	21
3.1 Porovnanie variantov testu a charakteristika položiek.....	21
3.2 Súhrnné charakteristiky položiek	23
3.3 Obťažnosť položiek	25
3.3.1 Obťažnosť položiek podľa druhu školy	27
3.3.2 Obťažnosť položiek podľa pohlavia	28
3.3.3 Obťažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie	29
3.3.4 Obťažnosť položiek podľa tematického celku	29
3.3.4.1 Základy matematiky.....	30
3.3.4.2 Funkcie.....	34
3.3.4.3 Planimetria	40

3.3.4.4	Stereometria.....	43
3.3.4.5	Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika.....	50
	Záver a odporúčania do praxe	55
	Literatúra	58
	Vysvetlenie niektorých použitých pojmov.....	61

Použité skratky a pojmy

A0N	– označenie možnosti odpovede A položky č. N pri analýze distraktorov
BA	– Bratislavský kraj
BB	– Banskobystrický kraj
Cr_α	– Cronbachova alfa
CTT	– klasická teória testovania (Classical Test Theory)
EČ MS	– externá časť maturitnej skúšky
GYM	– gymnáziá
KE	– Košický kraj
MAT	– matematika
MAT17	– označenie testu z matematiky pre RT EČ MS v roku 2017
MS	– maturitná skúška
N	– veľkosť štatistického súboru, počet žiakov
NP	– národný priemer
NR	– Nitriansky kraj
Obťažnosť	– obťažnosť testových položiek v zástupnom variante/forme č. 7180
Obťažnosť2	– obťažnosť testových položiek v zástupnom variante/forme č. 7458
p	– podiel žiakov, ktorí si vybrali jednotlivé možnosti odpovede
p0N	– označenie N. položky v teste v grafoch distribúcie úspešnosti
<i>P. Bis.</i>	– Point Biserial, parameter medzipoložkovej korelácie
PO	– Prešovský kraj
<i>položka (testová)</i>	– príklad, úloha, otázka v teste určená na riešenie a hodnotená (0, 1) v hrubom skóre
r	– korelačný koeficient, koeficient vecnej významnosti (signifikancie)
RT EČ MS	– riadny termín externej časti maturitnej skúšky

SE	– štandardná chyba priemernej úspešnosti
Sig.	– obojstranná signifikancia, štatistická významnosť
SO	– správna odpoveď
SOŠ	– stredné odborné školy
SR	– Slovenská republika
TN	– Trenčiansky kraj
TT	– Trnavský kraj
ÚKO	– úloha s krátkou odpoveďou (otvorená), hodnotí sa výsledok riešenia
ÚVO	– úloha s výberom odpovede (uzavretá) z piatich možností
VS	– výkonnostná skupina
ZA	– Žilinský kraj

Úvod

Dňa 16. marca 2017 sa na stredných školách SR konal RT EČ MS z matematiky.

Cieľom EČ MS je overiť, porovnať a zhodnotiť vedomosti a zručnosti maturantov pomocou jednotného testovacieho nástroja. Vysoká objektivita a validita skúšky zaručujú prostredníctvom percentilu porovnateľnosť výsledkov všetkých žiakov z celého Slovenska, ktorí konali skúšku v rovnakom termíne a riešili rovnaké úlohy.

Správa dokladuje korektnosť a exaktnosť maturitnej skúšky z matematiky a spracovania jej výsledkov.

Správa je rozdelená na tri časti. Prvá časť sa zameriava na charakteristiku testu z matematiky, jeho základné atribúty a samotnú štruktúru testu.

V druhej časti uvádzame všeobecné informácie o kvalite samotného testovacieho nástroja a interpretujeme rozdiely vo výsledkoch testu podľa druhu školy, kraja, zriaďovateľa školy, pohlavia, dĺžky štúdia, známky a ako novú premennú ponúkame aj rozdiely vo výsledkoch žiakov podľa zamerania – bilingválne štúdium žiaka. Sprístupňujeme tiež rozdelenie testovaných žiakov podľa úspešnosti.

V tretej časti predloženej správy interpretujeme výsledky samotného testu, kde svoju pozornosť zameriavame na porovnanie variantov testu a súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek vo všeobecnej rovine, ktoré boli získané CTT metódou. Sústreďujeme sa tiež na popis položiek z hľadiska obťažnosti, kde zohľadňujeme ako premennú druh školy a pohlavie žiakov. Súčasťou tejto časti je aj spracovanie obťažnosti položiek podľa tematického celku, kde je pozornosť zameraná na konkrétnu analýzu vybraných položiek.

V závere sumarizujeme štatistické zistenia smerované k hodnoteniu výkonov populačného ročníka a k overeniu meracieho nástroja, prípadne identifikujeme jeho slabiny v záujme budúceho skvalitnenia tvorby testov. Dovolili sme si uviesť aj odporúčania pre skvalitnenie práce učiteľov matematiky, ktoré nám vyplynuli z analýzy výsledkov testu MAT17.

Variant 7180 slovenského testu, variant 7282 maďarského testu MAT17 a Kľúč správnych odpovedí sú uverejnené na stránke www.nucem.sk.

1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky

Maturitnú skúšku legislatívne upravuje zákon č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhláška Ministerstva školstva č. 318/2008 Z. z. o ukončovaní štúdia na stredných školách v znení neskorších predpisov, podľa ktorých maturitnú skúšku z matematiky na jednej úrovni absolvovali žiaci, ktorí si matematiku zvolili ako voliteľný predmet (len žiaci gymnázií), alebo konali z matematiky dobrovoľnú maturitnú skúšku (žiaci gymnázií a SOŠ).

Test EČ MS z matematiky bol zostavený ako porovnávací, rozlišujúci test relatívneho výkonu (norm-referenced NR test), jedným z cieľov bolo usporiadať všetkých maturujúcich žiakov do poradia podľa priradeného percentilu.

Položky testu, ktoré pripravil kolektív autorov, boli v predchádzajúcich školských rokoch zaradené do pilotného testovania na vybranej vzorke žiakov maturitného ročníka, pripravujúcich sa na maturitnú skúšku z matematiky. Okrem štatistických ukazovateľov jednotlivých položiek ako obťažnosť, citlivosť, riešenosť, rozlišovacia schopnosť sa vyhodnocovali aj reakcie žiakov na zrozumiteľnosť zadania a jednoznačnosť riešenia položiek. Paralelne prebiehala recenzia pilotovaných testov. Následne bola zostavená skupina 30 položiek pokrývajúcich čo najširší záber pojmov a zručností obsiahnutých v *Cieľových požiadavkách na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky* tak, že priemer obťažnosti vybraných položiek podľa výsledkov pilotných testovaní bol približne 50,0 % (priemerná úspešnosť žiakov v dobre zostavenom NR teste by podľa CTT mala dosiahnuť hodnotu z intervalu od 40 % do 60 %). Otvorené aj uzavreté položky testu boli zoradené do poradia od najľahších po najťažšie podľa klesajúcej obťažnosti nameranej v pilotných testovaniach.

Test EČ MS z matematiky bol určený maturantom všetkých druhov stredných škôl. Obsahoval 30 úloh, ktoré vychádzali z *Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky*. Tematické celky Základy matematiky, Funkcie a Planimetria boli v teste zastúpené každý siedmimi úlohami, celok Stereometria piatimi úlohami a tematický celok Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika štyrmi úlohami.

Prvých dvadsať úloh testu bolo otvorených s krátkou odpoveďou. Žiaci mali vypočítať výsledok úlohy a uviesť ho v tvare celého alebo desatinného čísla. Posledných desať úloh bolo uzavretých s výberom odpovede z piatich možností, z ktorých práve jedna bola správna.

Podľa náročnosti myšlienkovej operácie, ktorú musel žiak zvládnuť na vyriešenie úlohy, boli položky v teste zaradené do nasledovných skupín kognitívnej náročnosti:

1. jednoduché – úlohy vyžadujúce jednoduché myšlienkové operácie, **reprodukciiu** osvojeného učiva na úrovni porozumenia i znalosti pojmov, porozumenia, priradovania, zoradovania, triedenia, porovnávania, jednoduchej aplikácie – 4 položky;
2. zložitejšie – úlohy vyžadujúce zložitejšie myšlienkové operácie overujúce prenos, resp. **transfer** poznatkov uplatňovaný v analýze, syntéze, indukcií, dedukcii, vysvetľovaní, hodnotení, dokazovaní, overovaní algoritmov riešenia úloh v kontextoch blízkych alebo podobných školskej praxi – 20 položiek;
3. tvorivé – úlohy vyžadujúce **reflexiu** matematického poznania, problémové úlohy založené na tvorbe hypotéz, zložitejšej aplikácii, riešení problémových situácií, objavovaní nových myšlienok a vzťahov, tvorbe produktívnych riešení a použití poznatkov v neobvyklých a neznámych kontextoch – 6 položiek.

Z hľadiska predpokladanej obťažnosti test obsahoval ľahké úlohy, stredne obťažné a náročné úlohy.

Úlohy testu bolo možné riešiť pomocou kalkulačky, ktorá umožňovala obvyklé operácie a výpočet hodnôt funkcií. Nebolo povolené používať kalkulačku, ktorá mala základné štatistické vybavenie, grafický displej, funkcie Graph, Graphic, Calc, Solve a programovateľnú kalkulačku. Žiaci mohli použiť prehľad základných matematických vzťahov uvedený na poslednom liste testu.

Žiaci mali na vyriešenie úloh testu **150** minút. Za každú správnu odpoveď získali 1 bod, bez ohľadu na obťažnosť úlohy, za nesprávnu alebo neuvedenú odpoveď získali 0 bodov.

Pripravené boli dva varianty testu, ktoré sa líšili poradím položiek a distraktorov. Zadáania úloh testu boli preložené do maďarského jazyka pre žiakov škôl s vyučovacím jazykom maďarským. Zdravotne znevýhodnení žiaci riešili test s graficky upraveným zadáním úloh (veľkosť písma, riadkovanie). Test bol administrovaný formou papierového výtlačku alebo elektronicky systémom E-test. Výtlačok testu obsahoval dva bezpečnostné prvky¹. Prihlásenie do systému E-test a zobrazenie variantu testu na obrazovke počítača bolo možné po zadaní hesla, ktoré sa žiaci dozvedeli od administrátora testovania.

¹ čiarový kód a úzky pásik geometrických vzorov, osobitý pre každý jednotlivý test

2 Výsledky EČ MS z matematiky

Do testovania z predmetu matematika sa zapojilo 4 621 žiakov z 333 škôl. Na papierovej forme testovania sa zúčastnilo 84,7 % stredoškôľakov, elektronickú formu si zvolilo 15,3 % maturantov. Najviac škôl bolo z Prešovského a Košického kraja, najmenej z Trnavského kraja. Štátne školy z celkového počtu tvorili 79,9 % (89,4 % maturantov predmetu), súkromné školy 7,2 % (2,3 % maturantov) a cirkevné školy 12,9 % (8,3 % maturantov). Gymnázia boli zastúpené 58,9 % (70,4 % maturantov predmetu) a SOŠ a konzervatóriá 41,1 % (29,6 % maturantov). Dievčat sa na EČ MS z MAT zúčastnilo 1 566 a chlapcov bolo o 1 489 viac. Test v slovenskom jazyku písalo 4 328 žiakov a v maďarskom jazyku 293.

2.1 Všeobecné výsledky

Štatistické hodnoty v tabuľke 1 reprezentujú psychometrické charakteristiky testu (úspešnosť), ktoré nám dávajú podklad k interpretácii vlastností testu. Úspešnosť žiaka definujeme ako percentuálny podiel bodov za položky, ktoré žiak správne zodpovedal (hrubé skóre) z maximálneho počtu bodov 30, pričom za každé úspešné riešenie, bez ohľadu na skutočnú obťažnosť úlohy, získal riešiteľ jeden bod. Význam základných štatistických pojmov je bližšie vysvetlený v prílohe tejto správy.

V teste EČ MS z matematiky dosiahli žiaci priemernú úspešnosť **45,9 %**.

Hodnota reliability v teste MAT17 $Cr_\alpha = 0,83$, predstavuje dobrú spoľahlivosť merania.

Tab. 1 Výsledné psychometrické charakteristiky testu MAT17

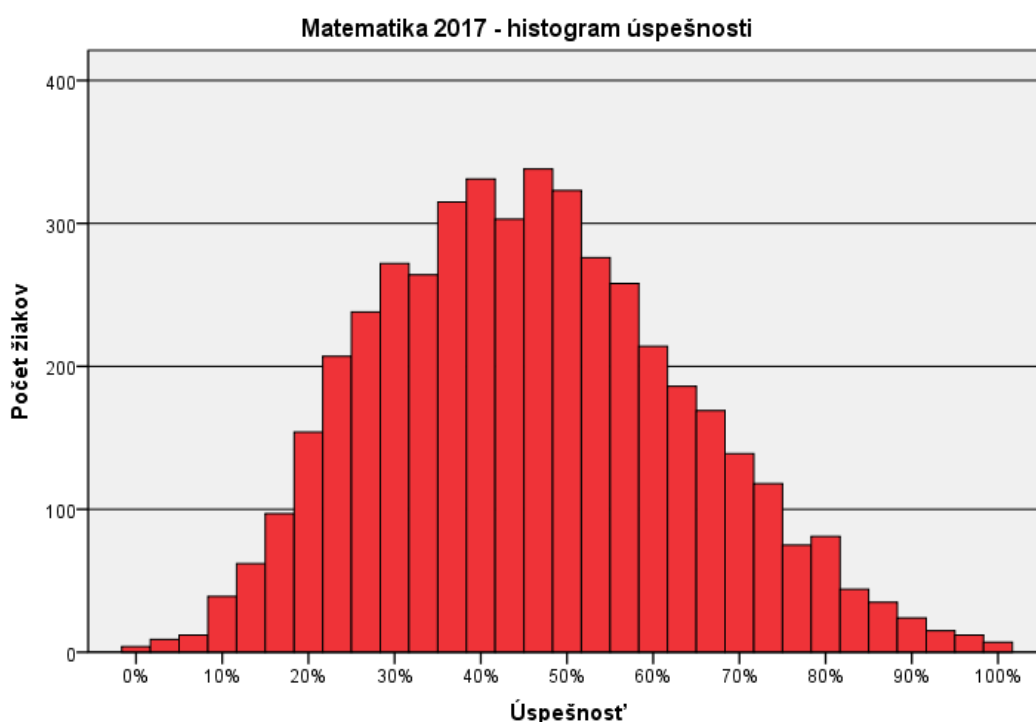
Počet testovaných žiakov	4621
Maximum	100,0
Minimum	0,0
Priemer	45,90
Štandardná odchýlka	18,00
Štandardná chyba priemernej úspešnosti	0,3
Štandardná chyba merania pre úspešnosť	7,40
Cronbachovo alfa	0,83

Hodnota **45,9 %** priemernej úspešnosti žiakov v teste MAT17, súmerný tvar histogramu rozloženia početností úspešností žiakov (Obr. 1) a súlad úspešnosti a percentilu v Tab. 2 poukazujú na atribúty stredne obťažného testu.

V nasledujúcej interpretácii nameranej hodnoty priemernej úspešnosti (národného priemeru) **45,9 %** žiakov v NR teste však musíme byť opatrní. Záver, že maturanti testovaného ročníka

ovládajú učivo stredoškolskej matematiky na **45,9 %** nie je možné vyvodiť, pretože uvedená hodnota je výsledkom rozlišovacieho testu a nie testu absolútneho výkonu. Nízky počet položiek testu nie je postačujúci na preskúšanie celého obsahu *Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky* v potrebnom rozsahu tak, aby každý dôležitý pojem alebo zručnosť boli v teste zastúpené samostatnou položkou.

Dosiahnutú úspešnosť jednotlivých žiakov v teste MAT17 treba interpretovať opatrne so zreteľom na povahu testu (NR test) a dosiahnutú reliabilitu pre porovnávanie výkonov na individuálnej úrovni.



Obr. 1 Histogram rozloženia početností úspešností všetkých žiakov v teste MAT17

Najnižšiu úspešnosť 0,0 % v MAT17 dosiahli 4 žiaci, najvyššiu úspešnosť 100,0 % dosiahlo 7 žiakov (Tab. 2). Najúspešnejšiu skupinu žiakov, ktorí dosiahli úspešnosť 90,0 % a viac, tvorilo 58 žiakov, čo bolo 1,26 % všetkých žiakov riešiacich test MAT17. Menej úspešná polovica žiakov (percentil 50,0 a menej) dosiahla úspešnosť 46,7 % alebo menej. Úspešnejšia polovica žiakov dosiahla úspešnosť 50,0 % a viac.

Tab. 2 Prepojenie úspešnosti a percentilu žiakov v MAT17

Počet bodov	Úspešnosť	Percentil	Počet žiakov	Počet bodov	Úspešnosť	Percentil	Počet žiakov
0	0,0	0,0	4				
1	3,3	0,1	9	16	53,3	64,5	276
2	6,7	0,3	12	17	56,7	70,4	258
3	10,0	0,5	39	18	60,0	76,0	215
4	13,3	1,4	63	19	63,3	80,6	186
5	16,7	2,7	100	20	66,7	84,6	169
6	20,0	4,9	158	21	70,0	88,2	139
7	23,3	8,3	213	22	73,3	91,2	118
8	26,7	12,8	240	23	76,7	93,7	75
9	30,0	18,0	273	24	80,0	95,3	81
10	33,3	23,8	266	25	83,3	97,1	44
11	36,7	29,6	320	26	86,7	98,0	35
12	40,0	36,4	335	27	90,0	98,8	24
13	43,3	43,6	306	28	93,3	99,3	15
14	46,7	50,2	342	29	96,7	99,6	12
15	50,0	57,5	325	30	100,0	99,8	7

MAT17 teda lepšie rozlíšil celkove úspešnejších žiakov ako žiakov menej úspešných, čo potvrdzuje aj tvar histogramu rozloženia početností úspešností žiakov na Obr. 1.

11

Tab. 3 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou menšou alebo rovnou ako 25 %

Matematika 2017		chlapci		dievčatá		spolu	
		počet	%	počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	84	14,4	69	11,8	153	26,2
	SOŠ a konzervatóriá	320	54,8	111	19,0	431	73,8
Spolu		404	69,2	180	30,8	584	100,0

Úspešnosť menšiu alebo rovnú 25 % v riadnom termíne EČ MS z matematiky dosiahlo 584 žiakov, čo predstavuje 12,6 % z celkového počtu testovaných žiakov.

Tab. 4 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou väčšou ako 25 % a menšou alebo rovnou ako 33 %

Matematika 2017		chlapci		dievčatá		spolu	
		počet	%	počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	144	28,2	102	20,0	246	48,2
	SOŠ a konzervatóriá	215	42,2	49	9,6	264	51,8
Spolu		359	70,4	151	29,6	510	100,0

Úspešnosť väčšiu ako 25% a menšiu alebo rovnú ako 33 % v riadnom termíne EČ MS z matematiky dosiahlo 510 žiakov, čo predstavuje 11,0 % z celkového počtu testovaných žiakov.

Tab. 5 Typ maturitnej skúšky z matematiky u gymnazistov, pohlavia a kategórie úspešnosti

Kategórie úspešnosti			Pohlavie		Spolu
			chlapci	dievčatá	
Úspešnosť EČ MS ≤ 25	Typ MS z matematiky u	voliteľná	79	62	141
	GYM	dobrovoľná	5	7	12
	Spolu		84	69	153
25 < Úspešnosť EČ MS ≤ 33	Typ MS z matematiky u	voliteľná	131	98	229
	GYM	dobrovoľná	13	4	17
	Spolu		144	102	246
33 < Úspešnosť EČ MS	Typ MS z matematiky u	voliteľná	1621	1084	2705
	GYM	dobrovoľná	92	56	148
	Spolu		1713	1140	2853
Spolu	Typ MS z matematiky u	voliteľná	1831	1244	3075
	GYM	dobrovoľná	110	67	177
	Spolu		1941	1311	3252

Úspešnosť nižšiu, alebo rovnú 25 % dosiahlo 141 gymnazistov, ktorí si zvolili matematiku ako voliteľný predmet. Títo žiaci, aby úspešne vykonali maturitnú skúšku, musia opakovať maturitnú skúšku z matematiky. Podiel týchto žiakov z celkového počtu maturantov z matematiky je iba 3,1 %.

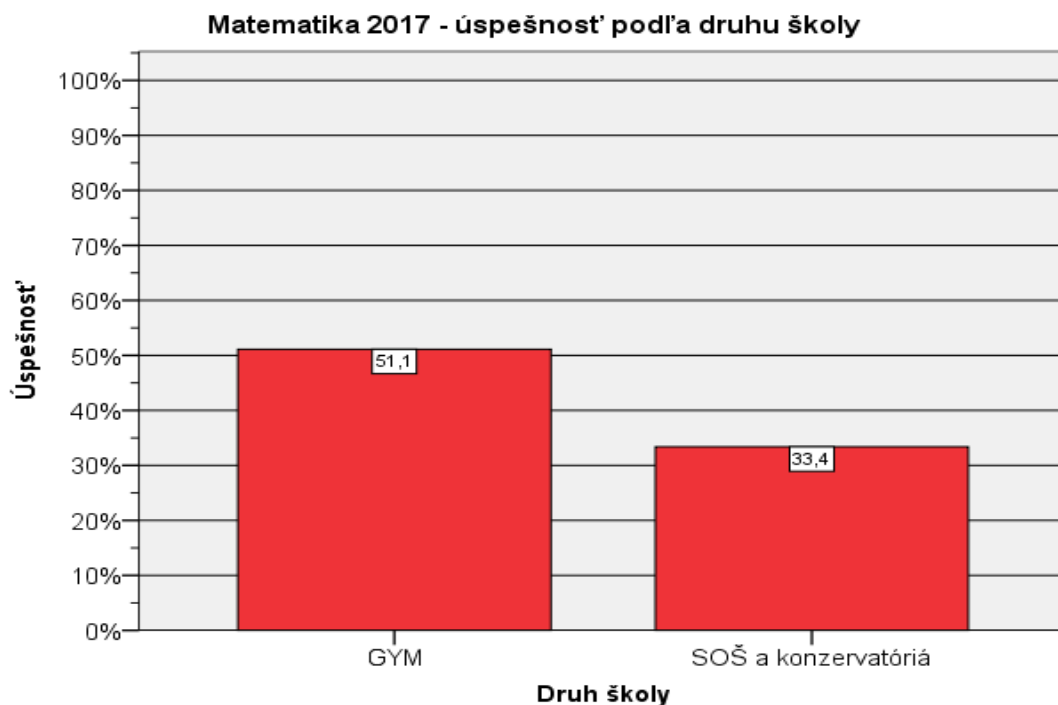
Úspešnosť vyššiu ako 25 % a nižšiu, alebo rovnú 33 % dosiahlo 229 gymnazistov, ktorí si zvolili matematiku ako voliteľný predmet. Títo žiaci, aby úspešne vykonali maturitnú skúšku z matematiky, musia byť na ÚFIČ MS hodnotení známku lepšou ako dostatočný.

Pre žiakov, ktorí si matematiku zvolili ako dobrovoľný predmet a boli neúspešní v EČ MS z matematiky (získali menej ako 33 % bodov) platí, že tento ich výsledok neovplyvňuje celkovú úspešnosť na maturitnej skúške (neuvádza sa na maturitnom vysvedčení),

V nasledujúcej časti uvádzame kvalitatívne znaky testu a priemerné úspešnosti žiakov triedených podľa rôznych kategórií.

2.2 Rozdiely vo výsledkoch podľa druhu školy

Každoročne konštatujeme vecne významný rozdiel priemerných úspešností gymnazistov a žiakov ostatných stredných škôl, ktorí absolvovali test EČ MS z matematiky ako dobrovoľnú skúšku.



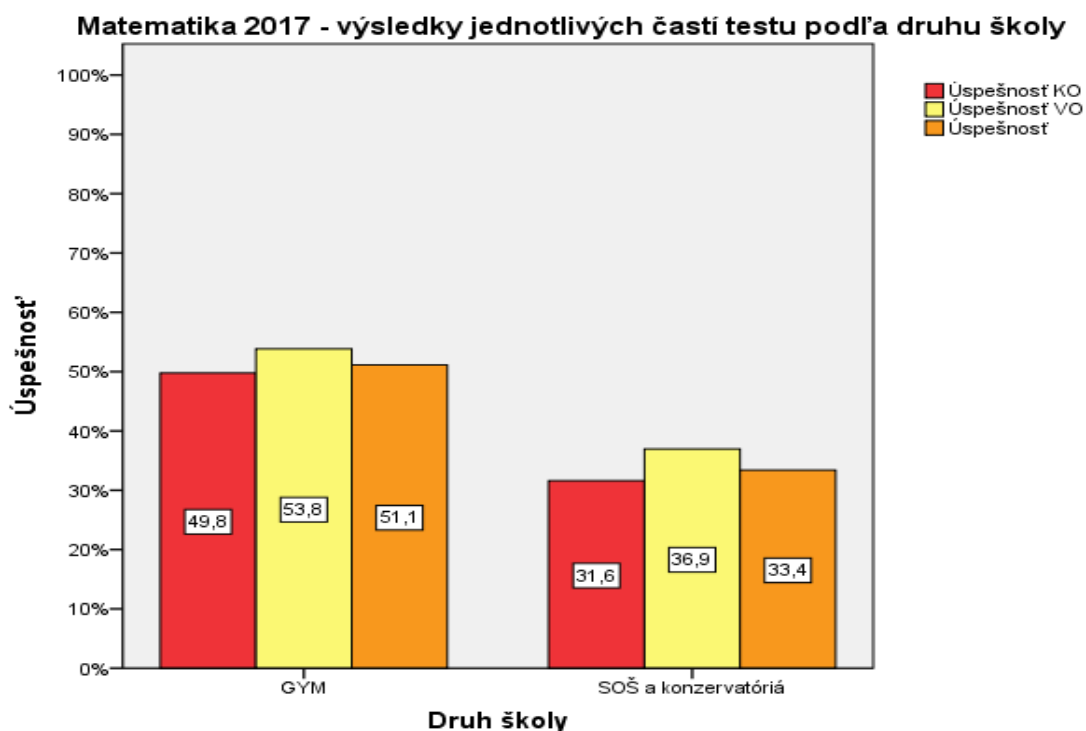
Obr. 2 Úspešnosť podľa druhu školy

Z hľadiska druhu škôl boli úspešnejšie gymnáziá s priemernou úspešnosťou 51,1 %. Ostatné stredné školy dosiahli priemernú úspešnosť 33,4 %, rozdiel je na úrovni strednej vecnej významnosti. Pretrvávajúci rozdiel v úspešnosti v neprospech SOŠ a konzervatórií dokumentuje tabuľka č. 6.

Tab. 6 Rozdiely v priemernej úspešnosti podľa druhu školy v rokoch 2009 – 2017 (v %)

Rok	GYM	SOŠ a konzervatóriá	Rozdiel
2017	51,1	33,4	17,7
2016	60,4	36,9	23,5
2015	51,8	29,3	22,5
2014	61,0	39,1	21,9
2013	58,1	37,4	20,7
2012	57,6	38,8	18,8
2011	64,1	45,9	18,2
2010	64,4	47,0	17,4
2009	56,0	40,0	16,0

Rozdiel priemernej úspešnosti 3 252 žiakov GYM (51,1 %) a 1 369 žiakov SOŠ a konzervatórií (33,4 %) bol na úrovni strednej vecnej významnosti. Priemerná úspešnosť žiakov v otvorených úlohách (ÚKO) bola nižšia ako priemerná úspešnosť v uzavretých úlohách (ÚVO) u žiakov oboch druhov stredných škôl.



Obr. 3 Úspešnosť jednotlivých častí testu podľa druhu školy

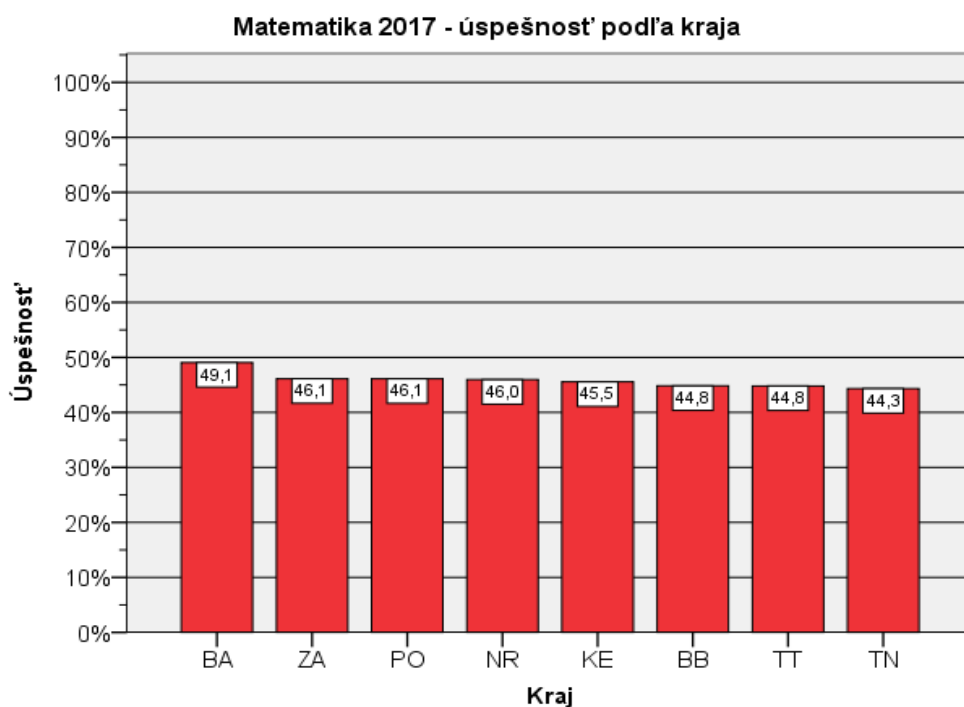
2.3 Rozdiely vo výsledkoch podľa kraja

V tabuľka č. 7 je uvedené zastúpenie krajov školami a žiakmi. Najviac žiakov absolvovalo EČ MS v Košickom a Žilinskom kraji, najmenej žiakov bolo z Banskobystrického a Trenčianskeho kraja. Rozdiely medzi kraji neboli vecne významné. Žiaci všetkých krajov dosiahli porovnateľné výsledky s národným priemerom 45,9 %.

Tab. 7 Počet škôl a žiakov podľa kraja

Matematika 2017		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Kraj	BA	46	13,8%	476	10,3%
	TT	30	9,0%	441	9,5%
	TN	34	10,2%	485	10,5%
	NR	38	11,4%	501	10,8%
	ZA	46	13,8%	775	16,8%
	BB	37	11,1%	423	9,2%
	PO	53	15,9%	712	15,4%
	KE	49	14,7%	808	17,5%
	Spolu	333	100,0%	4621	100,0%

Obr. 4 rovnako deklaruje dosiahnutie porovnateľných výsledkov v rámci jednotlivých krajov. Z obrázka možno vyčítať, že najúspešnejším krajom bol Bratislavský kraj spolu so Žilinským a Prešovským krajom, na opačnej strane úspešnosti sa nachádzal kraj Trenčiansky, Trnavský a Banskobystrický. Aj napriek usporiadaniu jednotlivých krajov podľa úspešnosti je potrebné opätovne konštatovať, že jednotlivé kraje dosiahli výsledky porovnateľné s národným priemerom.



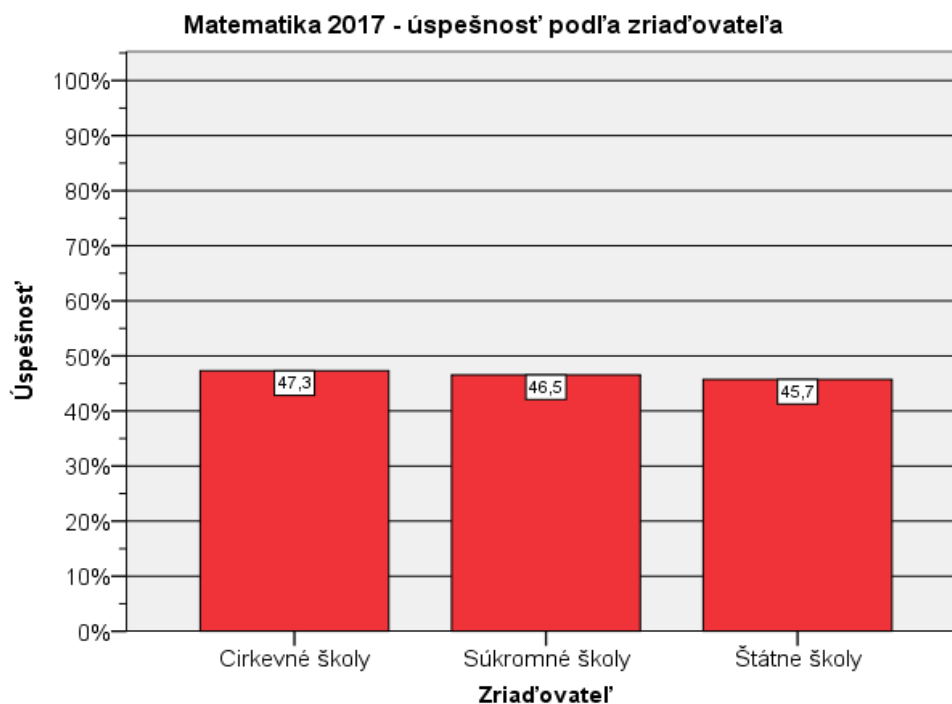
Obr. 4 Úspešnosť podľa kraja

2.4 Rozdiely vo výsledkoch podľa zriaďovateľa

EČ MS z matematiky sa zúčastnilo spolu 333 škôl, ktoré reprezentovali štátne, súkromné a cirkevné školy, tak ako to uvádza tabuľka č. 8. Súčasťou tabuľky sú aj počty žiakov, ktorí reprezentujú zastúpenie jednotlivých škôl podľa zriaďovateľa.

Tab. 8 Počet škôl a žiakov podľa zriaďovateľa

Matematika 2017		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Zriaďovateľ	Štátne školy	266	79,9%	4131	89,4%
	Súkromné školy	24	7,2%	104	2,3%
	Cirkevné školy	43	12,9%	386	8,4%
	Iné	.	0,0%	.	0,0%
	Spolu	333	100,0%	4621	100,0%



Obr. 5 Úspešnosť podľa zriaďovateľa

Rozdiely medzi výsledkami žiakov podľa zriaďovateľa školy neboli vecne významné.

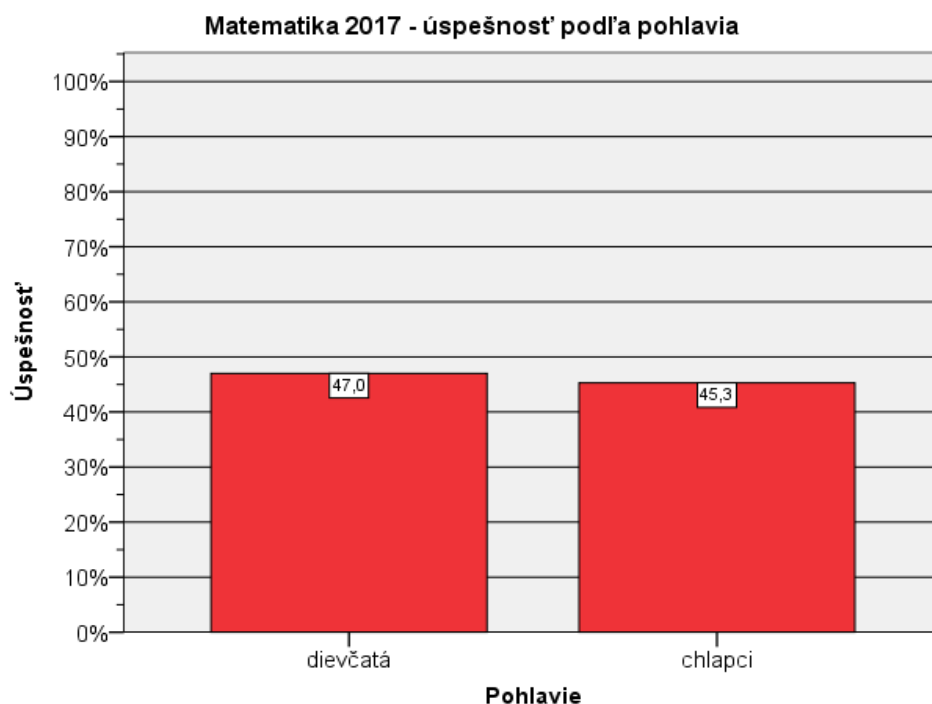
2.5 Rozdiely vo výsledkoch podľa pohlavia

Test z matematiky absolvovalo 3 055 chlapcov s úspešnosťou 45,3 % a 1 566 dievčat s úspešnosťou 47,0 %. Na základe štatistickej analýzy možno konštatovať, že výsledky

chlapcov a dievčat boli porovnateľné. Rozdiel vo výsledkoch podľa pohlavia nebol vecne významný. Tento stav má nemeiaci sa charakter z pohľadu niekoľkých rokov dozadu.

Tab. 9 Počet žiakov podľa pohlavia

Matematika 2017		počet	%
Pohlavie	chlapci	3055	66,1%
	dievčatá	1566	33,9%
	Spolu	4621	100,0%



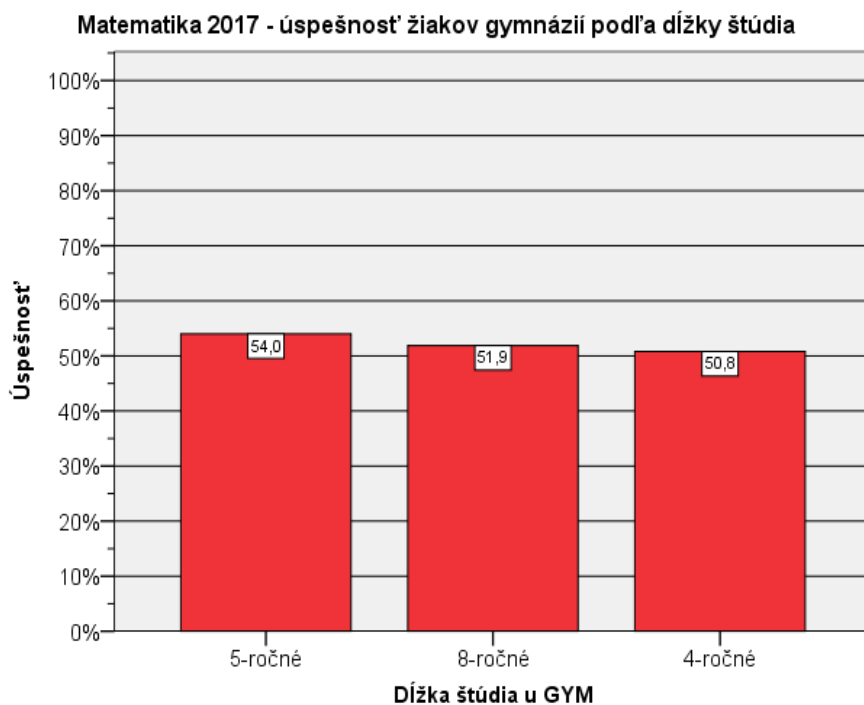
Obr. 6 Úspešnosť podľa pohlavia

2.6 Rozdiely vo výsledkoch podľa dĺžky štúdia na gymnáziu

Najpočetnejšie zastúpenie v kritériu podľa dĺžky štúdia na gymnáziu mali 4-ročné gymnázia. Úspešnosť podľa dĺžky štúdia nevykazuje vecnú významnosť, napriek tomu možno sledovať, v porovnaní s minulým rokom, zmenu v poradí úspešnosti podľa dĺžky štúdia.

Tab. 10 Počet žiakov gymnázií podľa dĺžky štúdia

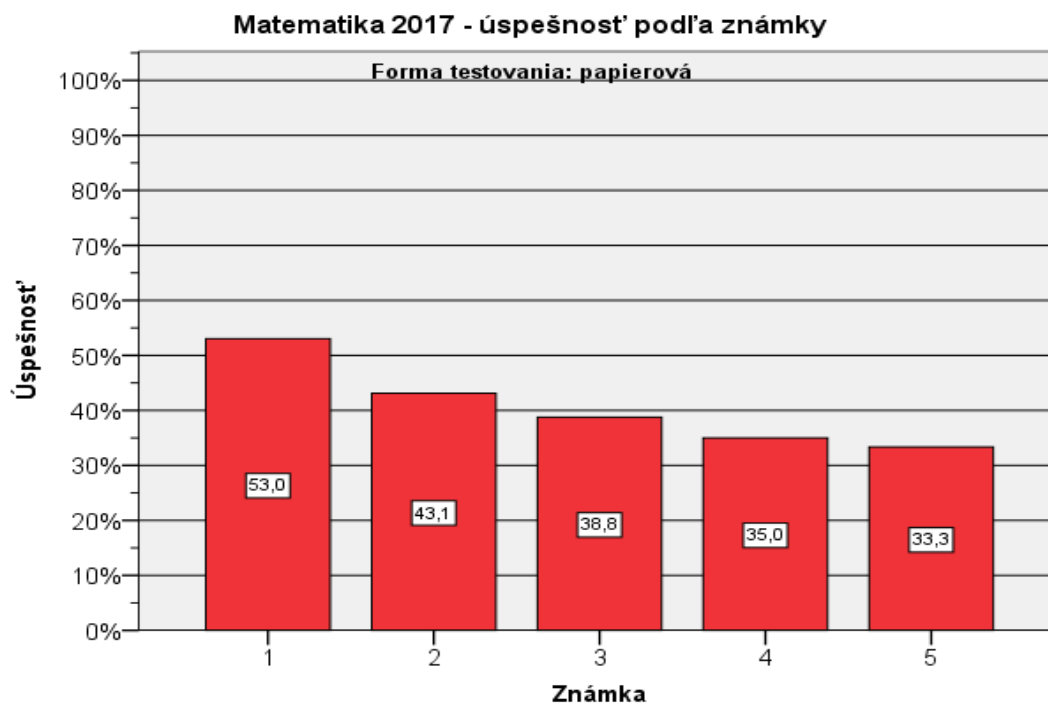
Matematika 2017		počet	%
Dĺžka štúdia u GYM	4-ročné	2849	87,6%
	5-ročné	293	9,0%
	8-ročné	110	3,4%
	spolu	3252	100,0%



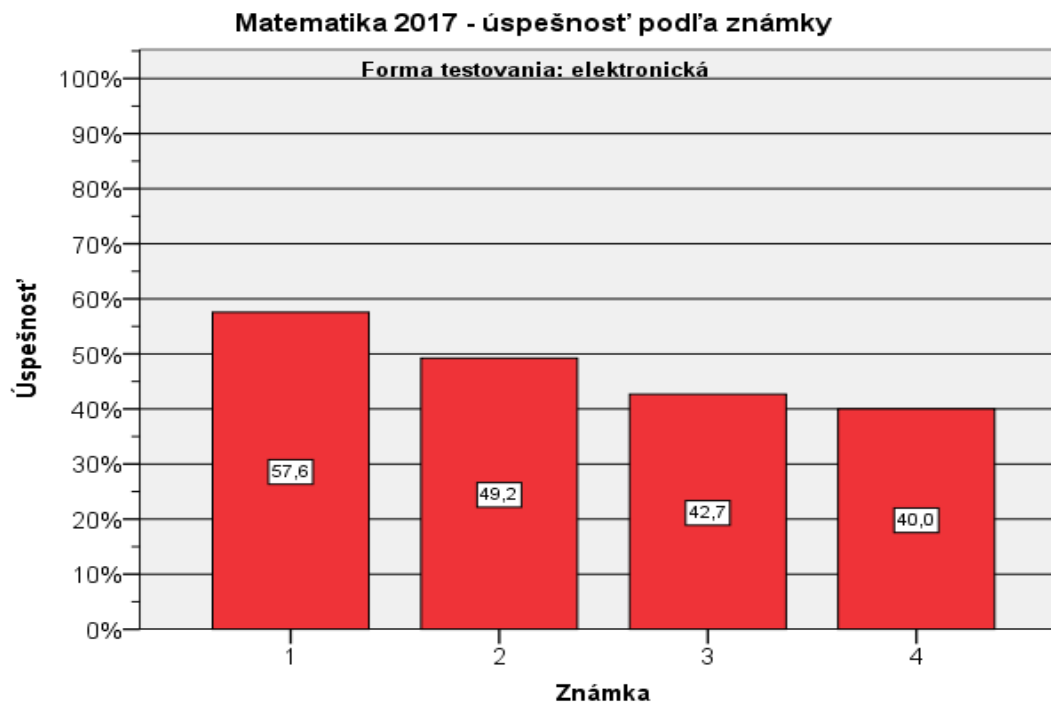
Obr. 7 Úspešnosť podľa dĺžky štúdia

2.7 Rozdiely vo výsledkoch podľa známky

V papierovej forme sme dostali údaje o známke od žiakov zo 4. ročníka z polročného vysvedčenia, v systéme E-test táto hodnota bola z koncoročného vysvedčenia 3. ročníka, preto uvádzame rozdiely osobitne pre papierovú a osobitne pre elektronickú formu.



Obr. 8 Úspešnosť podľa známky v papierovej forme



Obr. 9 Úspešnosť podľa známky v elektronickej forme

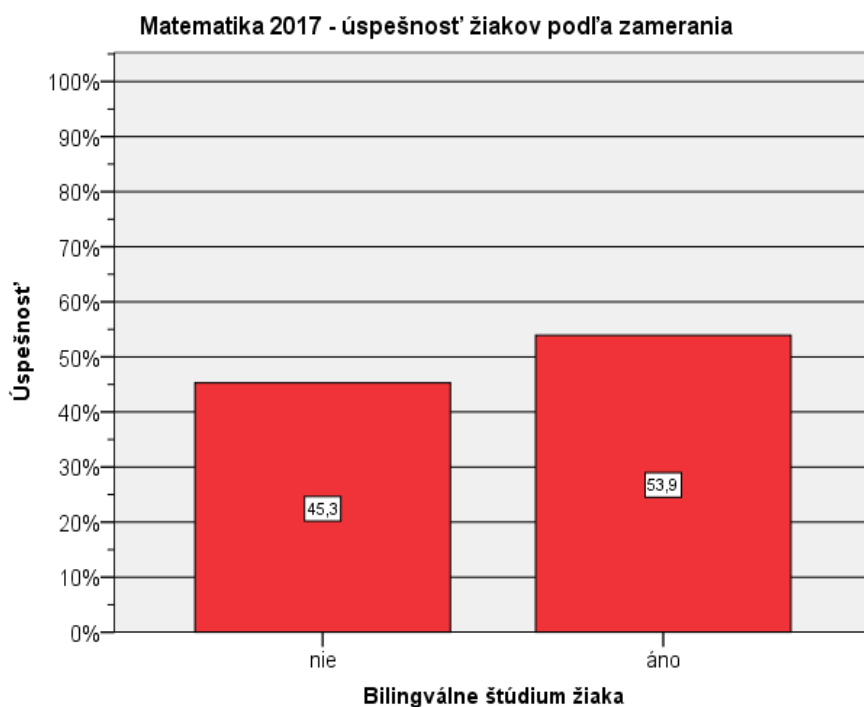
Priemer známok žiakov (papierová forma), ktorí ju uviedli dosiahol hodnotu 2,0. V prípade známok žiakov (elektronická forma) nadobudol priemer hodnotu 1,9. V oboch formách testovania je hodnota korelačného koeficientu medzi známku a dosiahnutou úspešnosťou stredná.

2.8 Rozdiely vo výsledkoch podľa zamerania – bilingválne štúdium žiaka

Napriek dosiahnutiu vyššej úspešnosti u žiakov, ktorí absolvovali bilingválne štúdium je dosiahnutá úspešnosť na porovnateľnej úrovni so žiakmi, ktoré bilingválne štúdium neabsolvovali.

Tab. 11 Počet žiakov podľa zamerania – bilingválne štúdium žiaka

Matematika 2017		počet	%
Bilingválne štúdium žiaka	nie	4305	93,2
	áno	316	6,8
	Spolu	4621	100,0



Obr. 10 Úspešnosť podľa zamerania – bilingválne štúdium

3 Interpretácia výsledkov testu

3.1 Porovnanie variantov testu a charakteristika položiek

Žiaci riešili aj v tomto roku 2017 maturitný test MAT17 v dvoch variantoch. Oba varianty sa líšili iba v poradí úloh a distraktorov, ktoré bol použité pri úlohách s výberom správnej odpovede. Variant testu 7180 (slovenský) / 7282 (maďarský) písalo 2325 žiakov a variant 7485 (slovenský) / 7581 (maďarský) písalo 2296 žiakov. Z celkového počtu 4621 testovaných žiakov, 709 žiakov absolvovalo test formou elektronického testovania. Reliabilita v jednotlivých variantoch testu bola 0,828, resp. 0,825. Obťažnosť oboch variantov bola porovnateľná, rozdiely priemerných úspešností medzi zodpovedajúcimi položkami vo variantoch neboli vecne významné. Oba varianty môžeme považovať za ekvivalentné. Analýza diskriminácie jednotlivých položiek podľa pohlavia ukázala, že žiadna položka neznevýhodňovala chlapcov ani dievčatá. Nasledujúce analýzy sa budú vzťahovať k položkám variantu 7180/7282².

Tab. 12 Počet žiakov podľa formy, reliabilita a úspešnosť podľa variantov testu MAT17

Matematika 2017		Počet žiakov		reliabilita	úspešnosť
Forma		počet	%		
	7180	2325	50,3	0,828	46,0
	7485	2296	49,7	0,825	45,7
Spolu		4621	100,0		45,9

² Označenie „forma“ v nasledujúcich obrázkoch je synonymom slova „variant“, zavedené je z technických dôvodov.

Tab. 13 Podiel žiakov podľa variantu a ďalších triediacich premenných

Matematika 2017		Forma	
		7180	7485
		%	%
Kraj	BA	51,3	48,7
	TT	50,6	49,4
	TN	50,7	49,3
	NR	49,5	50,5
	ZA	50,2	49,8
	BB	50,6	49,4
	PO	50,0	50,0
	KE	50,1	49,9
Forma testovania	papierová	50,3	49,7
	elektronická	50,6	49,4
Zriaďovateľ	Štátne školy	50,2	49,8
	Súkromné školy	50,0	50,0
	Cirkevné školy	51,3	48,7
	Iné	0,0	0,0
Druh školy	GYM	50,3	49,7
	SOS a konzervatóriá	50,3	49,7
Pohlavie	chlapci	50,0	50,0
	dievčatá	50,8	49,2

3.2 Súhrnné charakteristiky položiek

Z pohľadu hodnotenia testu MAT17 ako psychometrického nástroja prinášame súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek vo forme tabuliek, ktoré reprezentujú papierovú formu testovania (Tab. 14), kde pri každej položke uvádzame šesť charakteristík psychometrickej kvality položky: obťažnosť, citlivosť, nedosiahnutosť, vynechanosť, neriešenosť a Point Biserial ako parameter distribučnej sily položky. Kritické hodnoty danej charakteristiky sú vyznačené farebne.

Tab. 14 Prehľad základných parametrov položiek MAT17 – papierové testovanie

Položka	Obťažnosť	Citlivosť	Nedosiahnutosť	Vynechanosť	Neriešenosť	Poin Biserial
1	81,0	44,5	,1	,6	,7	,33
2	87,1	33,8	,1	1,6	1,7	,29
3	91,5	19,1	,1	1,3	1,4	,20
4	69,9	50,6	,1	,9	1,0	,29
5	36,8	79,9	,1	10,9	11,0	,53
6	62,5	53,4	,1	13,5	13,6	,30
7	22,5	36,6	,1	10,2	10,3	,25
8	29,0	52,4	,1	17,5	17,6	,37
9	50,8	64,9	,1	6,1	6,2	,37
10	36,9	73,3	,1	22,2	22,3	,49
11	36,8	56,2	,1	22,3	22,4	,35
12	54,8	77,1	,1	15,9	16,0	,48
13	36,1	76,1	,1	35,1	35,2	,50
14	47,9	75,8	,1	21,2	21,3	,45
15	48,0	67,4	,1	19,5	19,6	,40
16	22,6	57,5	,1	32,4	32,5	,44
17	14,9	33,6	,1	12,9	13,0	,30
18	15,7	46,1	,1	24,5	24,6	,39
19	15,2	41,2	,1	11,8	11,9	,38
20	3,8	15,5	,1	25,0	25,1	,29
21	65,4	71,8	,1	,3	,4	,44
22	89,6	18,1	,1	,4	,5	,16
23	69,5	68,2	,1	,6	,7	,43
24	54,6	55,5	,2	,8	,9	,33
25	54,7	31,6	,2	,3	,4	,14
26	29,5	49,9	,2	,4	,6	,33
27	33,5	13,7	,2	,3	,5	,04
28	34,1	42,5	,3	1,0	1,3	,24
29	35,1	57,0	,4	,6	1,0	,34
30	22,0	38,9	,4	,3	,7	,29

Na základe štatistického spracovania môžeme pri teste v papierovej forme konštatovať, že test MAT17 obsahoval 10 položiek, ktoré mali všetky psychometrické parametre vyhovujúce stanoveným kritériám. V prípade položiek, ktoré vykazovali určité nevyhovujúce psychometrické parametre, mohli byť spôsobené jedným z nastavených kritérií. Obťažnosť položiek dosahovala v oboch formách testu porovnateľné hodnoty. V teste boli 4 veľmi ťažké položky a 4 veľmi ľahké položky. Ostatné položky boli na úrovni obťažnosti obťažné, stredne obťažné a ľahké.

Distribúcia úspešností a citlivosť položiek

Grafy distribúcie úspešností žiackych odpovedí niektorých položiek podľa výkonnostných skupín sú zobrazené v časti 3.3.4 *Obťažnosť položiek podľa tematického celku*. V rámci

citlivosti 4 položky (č. 3, č. 20, č. 22, č. 27) nedosiahli požadovanú úroveň nad 30 %. Miera citlivosti nadobudla kritické hodnoty v uvedených položkách, čo bolo spôsobené v dvoch prípadoch veľmi ľahkými úlohami (úspešnosť 91,5 % resp. 89,6 %) a v dvoch prípadoch ťažkými položkami (úspešnosť 3,8 % resp. 33,5 %).

Neriešenosť položiek

Pri neriešení položiek prihliadame na to, či je položka otvorená alebo uzavretá. V prípade dvadsiatich položiek s otvorenou odpoveďou neriešenosť položiek testu MAT17 sa pohybovala od veľmi nízkej, blízkej nule (jedna položka) až po kritickú v položke č. 13 a č. 16, ktorú neriešilo takmer 35,2 % resp. 32,5 % žiakov. Neriešenosť položiek s výberom odpovede – teda uzavretých – je takmer nulová.

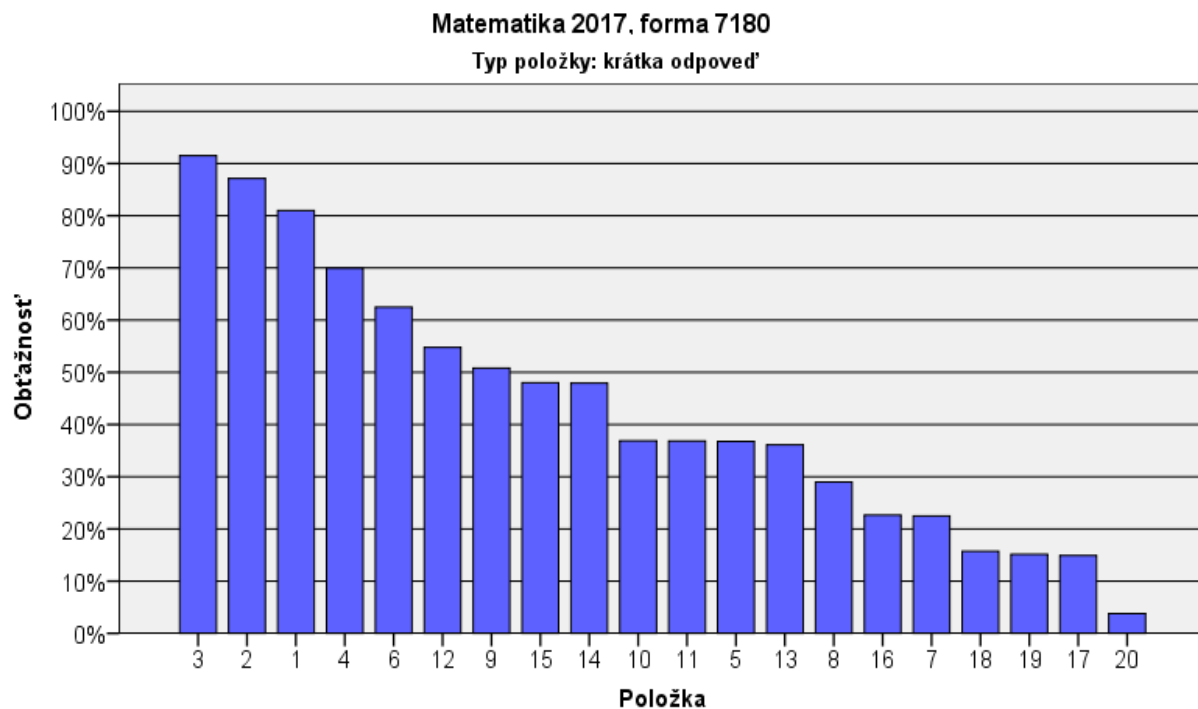
Korelácia položiek so zvyškom testu

V teste MAT17 možno 11 položiek označiť za položky s rozlišovacou schopnosťou, ktoré nerozlišujú dobrých a slabých žiakov. V prípade 5 položiek z 11 (č. 2, č. 4, č. 6, č. 20, č. 30) možno hovoriť o hraničných hodnotách. Ostatné položky dosiahli vyhovujúcu hodnotu *P. Bis.* vyššiu ako 0,30. Najvyššiu hodnotu *P. Bis.* dosiahli položky č. 5 a č. 13 (0,53, resp. 0,50).

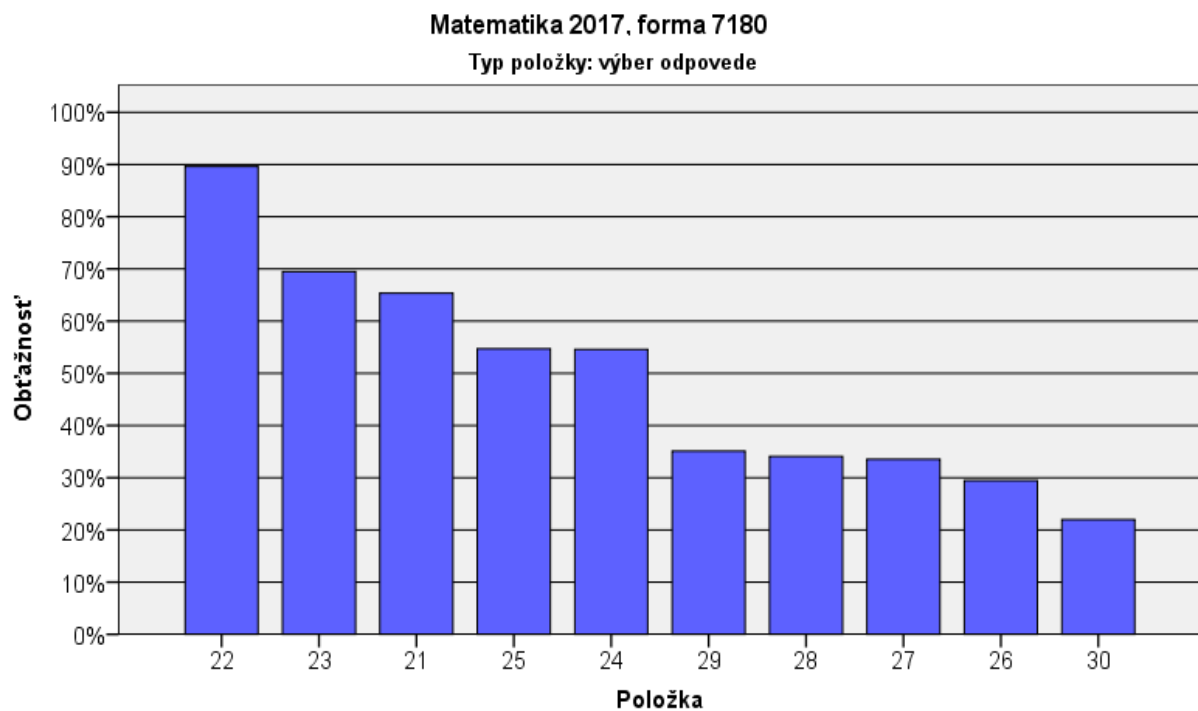
25

3.3 Obťažnosť položiek

Z pohľadu spektra obťažnosti položiek test MAT17 obsahoval vyvážený počet veľmi ľahkých položiek a veľmi ťažkých položiek. V optimálnom rozsahu 40 – 60 % obťažnosti pre NR test bolo 6 položiek. Rozdiely v obťažnosti položiek nespôsobovalo delenie na úlohy s otvorenou odpoveďou (ÚKO) a úlohy uzavretou odpoveďou (ÚVO).



Obr. 11 Obťažnosť položiek – papierová forma



Obr. 12 Obťažnosť položiek – papierová forma

Test podľa štatistického vyhodnotenia obsahoval v papierovej forme štyri veľmi ľahké úlohy (č. 1, 2, 3, 22), štyri ľahké úlohy (č. 4, 6, 21, 23), šesť stredne obťažných úloh (č. 9, 12, 14, 15, 24, 25), dvanásť obťažných úloh (č. 5, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 26, 27, 28, 29, 30) a štyri veľmi obťažné úlohy (č. 17, 18, 19, 20).

3.3.1 Obťažnosť položiek podľa druhu školy

Všetky položky testu MAT17 boli pre žiakov SOŠ a konzervatórií obťažnejšie ako pre žiakov GYM s výnimkou položky č. 27. Na úrovni strednej vecnej významnosti boli rozdiely v piatich úlohách, a to v úlohách č. 5, 12, 13, 21, 23. Na úrovni miernej vecnej významnosti boli rozdiely v šiestich úlohách, a to v úlohách č. 9, 10, 14, 15, 19, 24. V ostatných úlohách boli rozdiely na úrovni veľmi miernej alebo žiadnej v prospech žiakov gymnázií.

Tab. 15 Obťažnosť položiek v % podľa druhu školy a vecná významnosť rozdielov

Položka	Obťažnosť GYM	Obťažnosť SOŠ a konzervatóriá	Vecná významnosť
1	84,8	71,1	-,156
2	90,7	77,9	-,173
3	93,9	85,5	-,135
4	75,7	55,2	-,201
5	45,9	13,4	-0,3
6	65,1	55,7	-,087
7	24,5	17,4	-,076
8	34,7	14,3	-,202
9	58,8	30,3	-,256
10	45,9	13,8	-,299
11	40,6	27,2	-,124
12	66,3	25,2	-,371
13	45,3	12,5	-,306
14	55,5	28,5	-,243
15	57,0	24,9	-,289
16	27,8	9,4	-,197
17	17,6	8,0	-,121
18	19,0	7,3	-,145
19	20,0	2,7	-,216
20	5,0	,5	-,106
21	75,0	40,7	-,324
22	91,2	85,7	-,081
23	80,8	40,5	-,393
24	63,3	32,3	-,279
25	56,0	51,4	-,042
26	32,6	21,4	-,110
27	33,4	33,9	,006
28	38,9	21,8	-,162
29	40,7	20,7	-,188
30	26,4	10,7	-,170

3.3.2 Obtťažnosť položiek podľa pohlavia

Vecná významnosť rozdielov obtťažností položiek podľa pohlavia bola vo všetkých položkách zanedbateľná. Ako vidíme v Tab. 16, najvýraznejší rozdiel bol v úlohe č. 15 v prospech dievčat, a ani ten nebol vecne významný.

Dievčatá dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť ako chlapci v devätnástich položkách, v jedenástich položkách boli úspešnejší chlapci, veľkosť spomínaných rozdielov však bola zanedbateľná.

Tab. 16 Obtťažnosť položiek v % podľa pohlavia a vecná významnosť rozdielov

Položka	Obtťažnosť chlapci	Obtťažnosť dievčatá	Vecná významnosť
1	82,6	77,9	-0,057
2	87,8	85,9	-0,026
3	91,1	92,2	0,019
4	70,0	69,8	-0,002
5	35,2	39,7	0,044
6	65,1	57,5	-0,074
7	23,9	19,9	-0,045
8	29,9	27,2	-0,028
9	48,0	56,1	0,077
10	35,6	39,2	0,036
11	36,8	36,9	0,001
12	51,5	60,9	0,09
13	34,6	38,9	0,043
14	45,1	53,1	0,076
15	44,0	55,5	0,109
16	22,5	22,8	0,004
17	15,7	13,3	-0,032
18	15,8	15,5	-0,004
19	14,2	17,0	0,037
20	4,4	2,6	-0,043
21	64,3	67,3	0,03
22	89,6	89,8	0,003
23	68,0	72,3	0,045
24	51,8	59,7	0,076
25	57,2	49,9	-0,07
26	31	26,5	-0,047
27	31,5	37,3	0,059
28	32,3	37,3	0,05
29	34,3	36,6	0,023
30	21,4	23,1	0,02

3.3.3 Obtťažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie

Priemerná úspešnosť podľa očakávania klesá od najnižšej kognitívnej úrovne – reprodukcie (68,9 %) cez vyššiu kognitívnu úroveň – transfer (45,2 %) až po najvyššiu kognitívnu úroveň – reflexia (26,4 %).

Tab. 17 Rozdelenie položiek testu MAT17 - 7180 podľa kognitívnych úrovní a ich priemernej úspešnosti

Kognitívna úroveň	Položky	Počet	Priemerná úspešnosť kognitívnej úrovne
Reprodukcia	1, 2, 4, 8	4	68,9 %
Transfer	3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30	20	45,2 %
Reflexia	6, 15, 18, 20, 22, 25	6	26,4 %

3.3.4 Obtťažnosť položiek podľa tematického celku

V nasledujúcej tabuľke uvádzame rozdelenie úloh podľa tematických celkov. Úlohy, ktorých riešenie si vyžadovalo využitie poznatkov z viacerých tematických celkov, sme zaradili do tematického celku, ktorého poznatky boli rozhodujúce pre úspešné vyriešenie úlohy.

29

Tab. 18 Rozdelenie položiek testu MAT17 – 7180 podľa tematického celku

Tematický celok	Poradové čísla položiek		Počet
Základy matematiky	ÚKO	1, 3, 6, 12, 17	7
	ÚVO	21, 22	
Funkcie	ÚKO	8, 10, 16	7
	ÚVO	23, 24, 27, 29	
Planimetria	ÚKO	5, 11, 13, 14, 15, 18, 20	7
	ÚVO	-	
Stereometria	ÚKO	2, 4	5
	ÚVO	25, 26, 28	
Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika	ÚKO	7, 9, 19	4
	ÚVO	30	

Najvyššiu priemernú úspešnosť žiaci dosiahli v tematickom celku Základy matematiky (66,8 %), nasledujú Stereometria (54,7 %), Funkcie (41,0 %), Planimetria (33,4 %) a najnižšiu úspešnosť v tematickom celku Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika (28,8 %). V porovnaní s rokom 2016 sa tematický celok Stereometria dostal z poslednej pomyslenej priečky na druhú priečku a tematický celok Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika klesol na poslednú priečku.

Pri porovnávaní úspešnosti treba brať do úvahy aj počet úloh v jednotlivých oblastiach a ich prípadné prekryvanie sa s ostatnými tematickými oblasťami. V žiadnom prípade nemôžeme konštatovať, že žiaci ovládajú tieto tematické celky s uvedenou úspešnosťou vzhľadom na nízky a rozdielny počet položiek v jednotlivých tematických celkoch a vzhľadom na charakter testu NR.

3.3.4.1 Základy matematiky

Priemerná úspešnosť 66,8 % (GYM 71,4 %, ostatné SŠ 55,8 %).

Základy matematiky testovalo 7 úloh (5 ÚKO a 2 ÚVO). Jedna z týchto úloh mala testovať myšlienkové operácie reprodukcia (č. 1), štyri úlohy testovali transfer (č. 3, 12, 17, 21 a ostatné úlohy reflexiu (č. 6, 22). Tri úlohy (č. 1, 3, 22) patrili medzi veľmi ľahké, úloha č. 6 a 21 patrili medzi ľahké. Úloha č. 12 patrila medzi stredne ťažné a úloha č. 17 medzi veľmi ťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných troch položiek na základe ťažnosti položky.

Úloha č. 1

Myšlienkové operácie: jednoduchšie

Téma: 1.2 Čísla, premenné a výrazy

Predpokladaná ťažnosť: ľahká úloha

30

Zadanie:

Tyč dlhá 7 m je tretinou svojej dĺžky v zemi a štvrtinou vo vode. Koľko metrov tyče nie je ani vo vode, ani v zemi?

Správna odpoveď: 2,92

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Úloha bola zameraná na prácu so zlomkami, kde bolo potrebné identifikovať, aká časť tyče nie je ani v zemi, ani vo vode. Na základe identifikovanej časti bolo potrebné určiť, akú časť to predstavuje z celej tyče.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi veľmi ľahké položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 84,8 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 71,1 %). Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Úloha patrila medzi štyri najľahšie položky. Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlišila žiakov poslednej výkonnostnej skupiny, ktorí ju však riešili s relatívne vysokou priemernou úspešnosťou pohybujúcou sa na úrovni 50,0 %.

Úloha č. 12

Téma: 1.4 Rovnice, nerovnice a ich sústavy

Myšlienkové operácie: zložitejšie

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

Vypočítajte koreň rovnice $\log(6x + 4) - \log\left(\frac{x}{2} - 7\right) = \log 100$.

31

Správna odpoveď: 16

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Podstatou úlohy bolo vyriešiť logaritmickú rovnicu, kde sa mal využiť vzorec pre rozdiel algoritmov. Logaritmus je prostá funkcia, ktorá keď sa rovná v dvoch funkčných hodnotách, tak sa rovná aj v argumentoch. Po úpravách logaritmickú rovnicu dostaneme lineárnu rovnicu, pomocou ktorej vypočítame hodnotu x . Pri riešení logaritmickú rovnicu musíme zohľadniť aj definičný obor logaritmu. Teda argument logaritmu musí byť kladné číslo, ktoré si overíme dosadením do pôvodnej logaritmickú rovnicu. Žiaci mali vypočítať koreň rovnice, pri dodržaní pravidiel logaritmovania. Všetky pojmy, vlastnosti, vzťahy a zručnosti potrebné k vyriešeniu rovnice obsahujú *Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky*.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi stredne obťažné položky v papierovej forme. V elektronickej forme testovania bola položka vyhodnotená ako ľahká. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 66,3 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 25,2 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy patrila medzi vecne významný. Úspešnosť podľa pohlavia bola pri danej položke v prospech dievčat (úspešnosť 60,9 %), nešlo však o vecne významný rozdiel v porovnaní s chlapcami. Položka výborne rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

Úloha č. 17

Myšlienkové operácie: zložitejšie

Téma: 1.3 Teória čísel

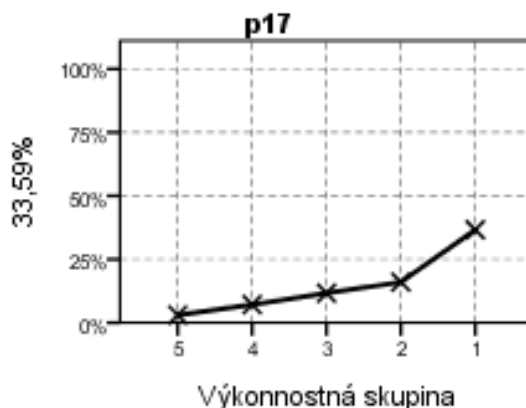
Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

Peter zabudol štvorčíselný kód svojho zámku na školskej skrinke. Našťastie si o ňom pamätá zopár informácií. Vie, že prvé dvojčísle je deliteľné 15 a druhé 7. Peter je však veľký smoliar, a preto musel vyskúšať všetky možnosti (vrátane možnosti 0000). Na koľký pokus Peter otvoril zámok?

Správna odpoveď: 105

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Úloha bola zameraná na vlastnosti deliteľnosti prirodzených čísel, ktoré bolo potrebné využiť pri nájdení všetkých kombinácií. Žiaci mali identifikovať, také štvorciferné číslo, ktorého prvé dvojčísle spĺňa podmienku deliteľnosti číslom 15 a druhé dvojčísle spĺňa podmienku deliteľnosti číslom 7. V prípade prvého dvojčísia bolo potrebné identifikovať 7 čísel, ktoré sú deliteľné 15 a v prípade druhého dvojčísia išlo o 15 čísel, ktoré sú deliteľné 7. V zadaní veta „Peter je však veľký smoliar, a preto musel vyskúšať všetky možnosti (vrátane možnosti 0000).“ predikuje, že Peter odomkol zámok pri využití poslednej možnosti a jednou z použitých možností bola aj možnosť 0000.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi veľmi obťažné položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 17,6 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 8,0 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol veľmi mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlíšila žiakov prvej výkonnostnej skupiny, ktorí ju riešili s úspešnosťou pohybujúcou sa pod úrovňou 50 %.

3.3.4.2 Funkcie

Priemerná úspešnosť 41,0 % (GYM 47,4 %, ostatné SŠ 25,6 %).

Funkcie testovalo 7 úloh (3 ÚKO a 4 ÚVO). Jedna z týchto úloh mala testovať myšlienkové operácie reprodukcia (č. 8) a ostatné úlohy transfer (č. 10, 16, 23, 24, 27, 29). Jedna úloha (č. 23) patrila medzi ľahké, jedna úloha (č. 24) patrila medzi stredne obťažné a päť úloh (č. 8, 10, 16, 27, 29) medzi obťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných troch položiek na základe obťažnosti položky.

Úloha č. 23

Myšlienkové operácie: zložitejšie

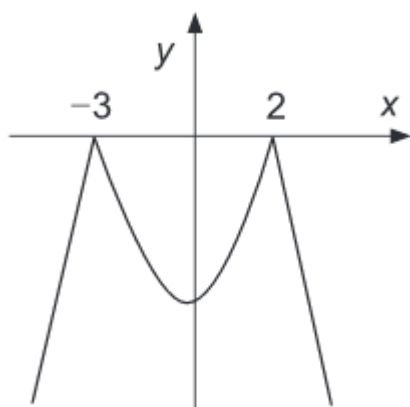
Téma: 2.1 Funkcia a jej vlastnosti, postupnosti

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

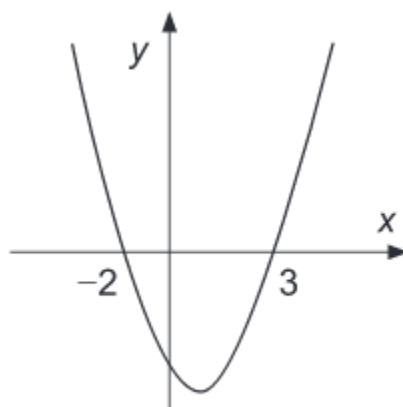
Zadanie:

Ktorý z nasledujúcich obrázkov je grafom funkcie $y = \left| \left(x - \frac{1}{2} \right)^2 - \frac{25}{4} \right|$?

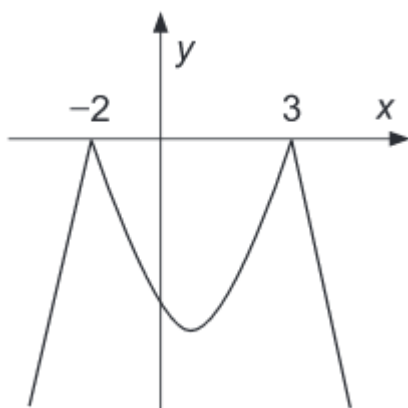
(A)



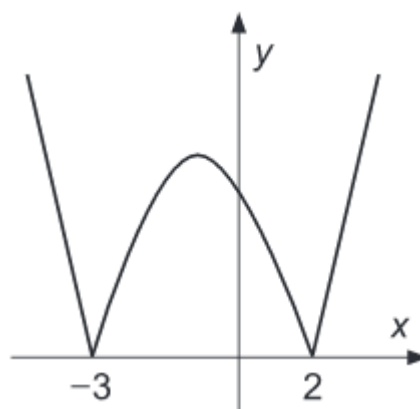
(B)



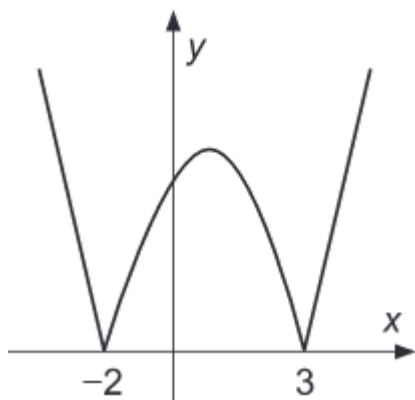
(C)



(D)



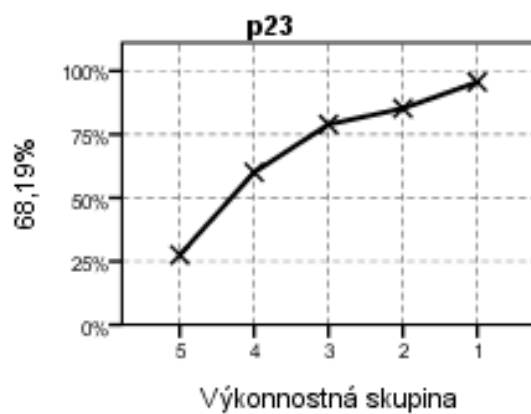
(E)



35

Správna odpoveď: E

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Analýza distraktorov – papierová forma

		A23	B23	C23	D23	E23	X23
1	P. Bis.	-,10	-,25	-,20	-,16	,43	-,09
2	p	,02	,10	,08	,10	,69	,01
3	N	33,00	204,00	155,00	194,00	1366,00	14,00

Hodnotenie:

Podstatou úlohy bolo identifikovanie správneho grafického znázornenia kvadratickej funkcie, ktorá je daná predpisom v zadaní. Na základe predpisu zadania sa dá identifikovať, že funkcia bude posunutá doprava a dole. Taktiež bolo potrebné si pri úlohe uvedomiť absolútnu hodnotu, ktorá v predpise figuruje.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi ľahké položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 80,8 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 40,5 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol stredne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Z analýzy ponúkaných distraktorov vyplýva, že až 69,5 % žiakov zvolilo správnu odpoveď E. Všetky distraktory majú hodnotu P. Bis. zápornú, čo znamená, že si ich volili žiaci celkovo v teste menej úspešní.

Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlíšila žiakov štvrtej výkonnostnej skupiny, ktorí ju riešili s relatívne vysokou priemernou úspešnosťou pohybujúcou sa na úrovni 57 %.

Úloha č. 24

Téma: 2.2 Lineárna a kvadratická funkcia, aritmetická postupnosť

Myšlienkové operácie: zložitejšie

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

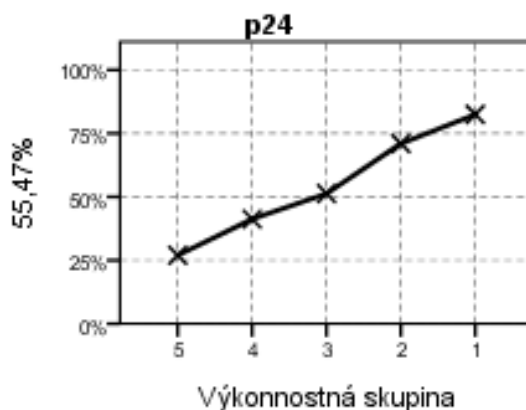
Zadanie:

Inverzná funkcia k funkcii $f(x) = \sqrt{x-3} + 1$ pre $x \geq 3$ je funkcia:

- (A) $f^{-1}(x) = x^2 + 2$ pre $x \geq 1$
- (B) $f^{-1}(x) = (x+1)^2 + 3$ pre $x \geq 1$
- (C) $f^{-1}(x) = (x+1)^2 - 3$ pre $x \geq 1$
- (D) $f^{-1}(x) = (x-1)^2 + 3$ pre $x \geq 1$
- (E) $f^{-1}(x) = (x-1)^2 - 3$ pre $x \geq 1$

Správna odpoveď: D

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



37

Analýza distraktorov – papierová forma

		A24	B24	C24	D24	E24	X24
1	P. Bis.	-,03	-,15	-,23	,33	-,07	-,07
2	p	,09	,10	,17	,55	,09	,01
3	N	173,00	202,00	327,00	1073,00	173,00	18,00

Hodnotenie:

Úloha bolo zameraná na určenie inverznej funkcie k funkcii danej predpisom v zadaní, pri dodržaní stanovenej podmienky.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi stredne obťažné položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 63,3 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 32,3 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Z analýzy ponúkaných distraktorov vyplýva, že až 55,0 % žiakov zvolilo správnu odpoveď D. Všetky distraktory majú hodnotu P. Bis. zápornú, čo znamená, že si ich volili žiaci celkovo v teste menej úspešní.

Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

Úloha č. 8

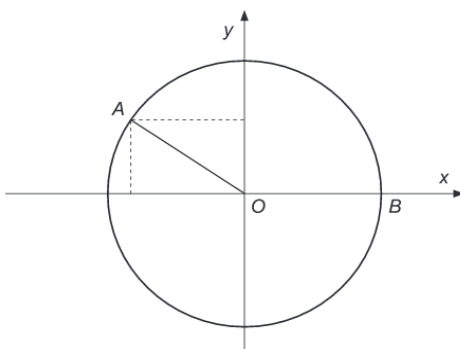
Myšlienkové operácie: jednoduchšie

Téma: 2.5 Goniometrické funkcie

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

V karteziánskej súradnicovej sústave je daná jednotková kružnica, na ktorej ležia body A a B. Bod O má súradnice $O[0;0]$ a bod B súradnice $B[1;0]$. Veľkosť uhla BOA je 151° . Určte x-ovú súradnicu bodu A.



Správna odpoveď: -0,87

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Úloha patrí do oblasti goniometrických funkcií, kde je pozornosť zadania zameraná na identifikovanie x-ovej súradnice bodu, ktorý leží na jednotkovej kružnici. Žiaci mali využiť vlastnosti goniometrických funkcií na výpočet požadovanej súradnice.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi obťažné položky v oboch formách testovania.

Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 34,7 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 14,3 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol veľmi mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná.

Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

3.3.4.3 Planimetria

Priemerná úspešnosť 33,4 % (GYM 39,6 %, ostatné SŠ 18,5 %).

Planimetriu testovalo 7 úloh (7 ÚKO a 0 ÚVO). Štyri z týchto úloh mali testovať myšlienkovú operáciu transfer (č. 5, 11, 13, 14) a tri reflexiu (č. 15, 18, 20). Tri položky (č. 5, 11, 13) patrili medzi obťažné položky, dve položky patrili medzi stredne obťažné (č. 14, 15). V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných troch položiek na základe obťažnosti položky.

Úloha č. 14

Myšlienkové operácie: zložitejšie

Téma: 3.1 Základné rovinné útvary

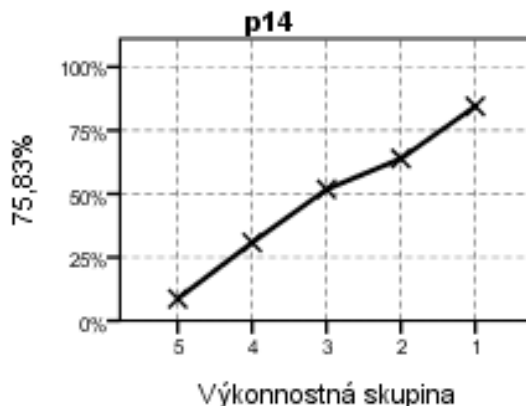
Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

Obsah lichobežníka je 132 cm^2 . Rozdiel dĺžok oboch základní je 6 cm, výška je o 2 cm dlhšia ako kratšia základňa. Určte v centimetroch veľkosť výšky lichobežníka.

Správna odpoveď: 11

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



40

Hodnotenie:

Podstatou úlohy bolo vypočítať veľkosť výšky lichobežníka s využitím uvedeného obsahu lichobežníka a vlastnosťami medzi základňami a výškou. Obsah lichobežníka sa vypočíta ako súčet základní krát výška, delený 2. Z kvadratickej rovnice, ktorá vznikla na základe dosadenia do vzorca na výpočet obsahu lichobežníka, sa vypočíta veľkosť strany x . Pretože ide o úpravu kvadratickej rovnice, je potrebné pri výpočte koreňov zohľadniť podmienky v úlohe. Pre podmienky úlohy vyhovuje kladný koreň. Po výpočte veľkosti strany x

dopočítame výšku.

Položka patrila svojou obtiažnosťou medzi stredne obtiažné položky v papierovej forme testovania. V elektronickej forme testovania bola z hľadiska obtiažnosti zaradená medzi ľahké položky. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 55,5 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 28,5 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Položka výborne rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

Úloha č. 5

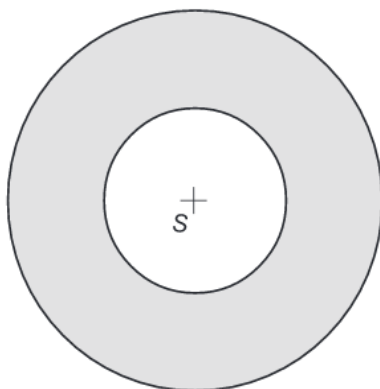
Myšlienkové operácie: zložitejšie

Téma: 3.1 Základné rovinné útvary

Predpokladaná obtiažnosť: ľahká úloha

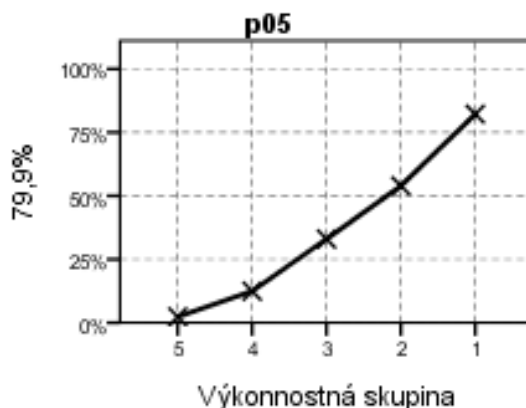
Zadanie:

Obsah medzikružia tvorený dvoma kružnicami so spoločným stredom je 100 cm^2 . Polomer vonkajšej kružnice sa rovná dvojnásobku polomeru vnútornej kružnice. Určte v centimetroch veľkosť polomeru vonkajšej kružnice.



Správna odpoveď: 6,51

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Cieľom úlohy bolo vypočítať polomer vonkajšej kružnice, pri využití určenej plochy medzikružia a vzťahu medzi polomerom vonkajšej a vnútornej kružnice. Na základe rozdielu obsahu veľkej kružnice a malej kružnice bol vypočítaný polomer malej kružnice. Keďže polomer veľkej kružnice je dvojnásobný bolo potrebné ešte polomer malej kružnice vynásobiť 2, aby sme správne odpovedali na otázku v zadaní.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi obťažné položky v papierovej forme testovania. V elektronickej forme testovania bola z hľadiska obťažnosti zaradená medzi stredne obťažné položky. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 45,9 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 13,4 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol stredne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Položka výborne rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

42

Úloha č. 13

Myšlienkové operácie: zložitejšie

Téma: 3.2 Analytická geometria v rovine

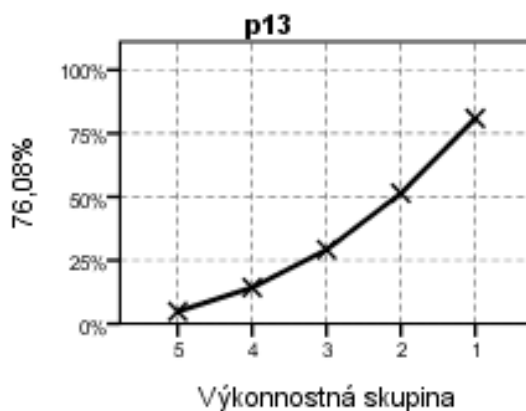
Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

Vypočítajte súčet x-ových súradníc priesečníkov kružnice danej rovnicou $(x-1)^2 + y^2 = 1$ a priamky danej parametricky $x = t$, $y = t$, kde $t \in \mathbb{R}$.

Správna odpoveď: 1

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Podstatou úlohy je určenie x-ových súradníc priesečníkov kružnice a priamky. Kružnica je daná rovnicou a priamka je daná parametricky.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi obťažné položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 45,3 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 12,5 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Položka výborne rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

43

3.3.4.4 Stereometria

Priemerná úspešnosť 54,7 % (GYM 58,4 %, ostatné SŠ 45,8 %).

Stereometriu testovalo 5 úloh (2 ÚKO a 3 ÚVO). Dve úlohy mali testovať myšlienkové operácie reprodukcia (č. 2, 4), dve úlohy transfer (č. 26, 28) a jedna úloha reflexiu (č. 25). Jedna položka (č. 2) patrili medzi veľmi ľahké, jedna úloha (č. 4) patrila medzi ľahké položky, jedna úloha (č. 25) bola stredne obťažná a dve úlohy (č. 26, 28) boli obťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných troch položiek na základe obťažnosti položky.

Úloha č. 2

Myšlienkové operácie: jednoduchšie

Téma: 4.5 Telesá

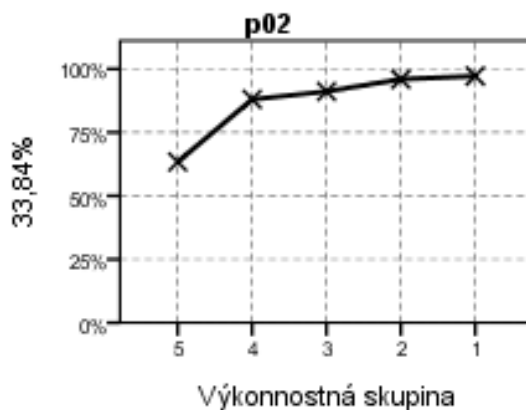
Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

V staroveku patrila úloha „zdvojenie kocky“ k euklidovsky neriešiteľným. Konštrukčne bolo potrebné zostrojiť hranu kocky tak, aby nová kocka mala dvojnásobný objem ako pôvodná kocka. Pôvodná kocka má dĺžku hrany 19 cm. Vypočítajte v centimetroch dĺžku hrany novej kocky s dvojnásobným objemom pôvodnej kocky.

Správna odpoveď: 23,94

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



44

Hodnotenie:

Podstatou úlohy bolo nájsť kocku, ktorej objem bude 2-krát taký ako objem kocky so stranou dlhou 19 cm. V zhode s *Cieľovými požiadavkami na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky* bolo potrebné nájsť a aktívne použiť vzťah pre výpočet objemu.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi veľmi ľahké položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 90,7 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 77,9 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol veľmi mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Položka patrila medzi štyri najľahšie položky v teste.

Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlíšila žiakov poslednej výkonnostnej skupiny, ktorí ju však riešili s relatívne vysokou priemernou úspešnosťou pohybujúcou sa nad úrovňou 50 %.

Úloha č. 26

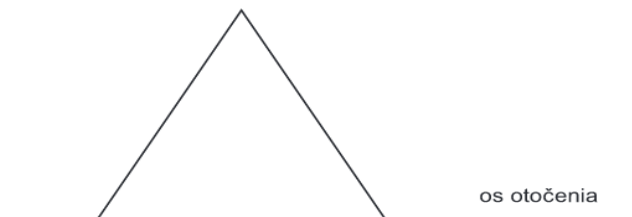
Myšlienkové operácie: zložitejšie

Téma: 4.5 Telesá

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

Rotačné teleso vzniklo rotáciou rovnostranného trojuholníka s dĺžkou strany $a = 2$ cm okolo jednej z jeho strán. Vypočítajte objem tohto rotačného telesa.



(A) $\pi \text{ cm}^3$

(B) $2\pi\sqrt{3} \text{ cm}^3$

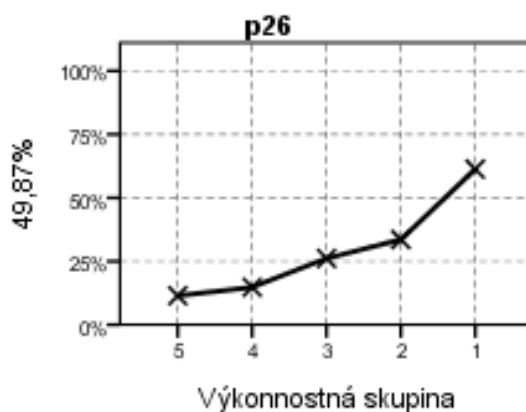
(C) $\frac{2\pi\sqrt{3}}{3} \text{ cm}^3$

(D) $\frac{\pi\sqrt{3}}{3} \text{ cm}^3$

(E) $2\pi \text{ cm}^3$

Správna odpoveď: E

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Analýza distraktorov – papierová forma

		A26	B26	C26	D26	E26	X26
1	P. Bis.	-,05	-,13	-,12	-,07	,33	-,08
2	p	,04	,19	,27	,21	,29	,01
3	N	70,00	364,00	525,00	416,00	579,00	12,00

Hodnotenie:

Úloha bola zameraná na identifikovanie telesa, ktoré vznikne rotáciou rovnostranného trojuholníka okolo jednej z jeho strán. Po identifikovaní telesa – kužeľa, bolo potrebné si uvedomiť, že takouto rotáciou vzniknú dva kužele, ktoré sú spolu spojené. Pri identifikovaní výšky a polomeru kužeľa bolo potrebné si uvedomiť os otočenia. Následne bolo potrebné dopočítať objem daného vzniknutého telesa.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi obťažné položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 32,6 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 21,4 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol veľmi mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Z analýzy ponúkaných distraktorov vyplýva, že viac ako štvrtina žiakov zvolila správnu odpoveď E. Všetky distraktory majú hodnotu P. Bis. zápornú, čo znamená, že si ich volili žiaci celkovo v teste menej úspešní.

Položka vyhovujúco rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlíšila žiakov prvej výkonnostnej skupiny, ktorí ju riešili s priemernou úspešnosťou pohybujúcou sa nad úrovňou 50 %.

Úloha č. 25

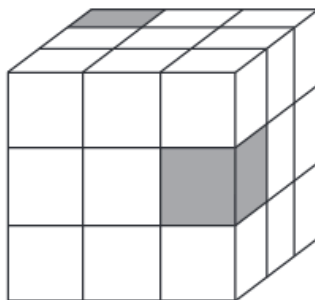
Myšlienkové operácie: tvorivé

Téma: 4.5 Telesá

Predpokladaná obťažnosť: náročná úloha

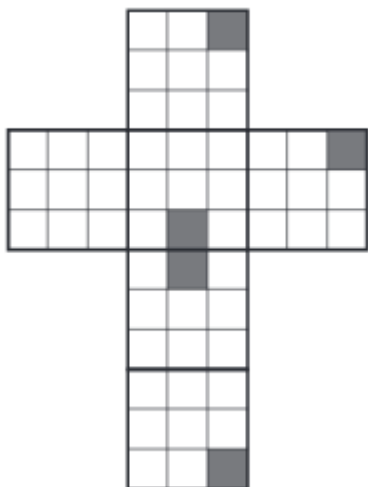
Zadanie:

Kocka je zložená z $3 \times 3 \times 3$ malých kociek, z ktorých sú 2 čierne a 25 je bielych.

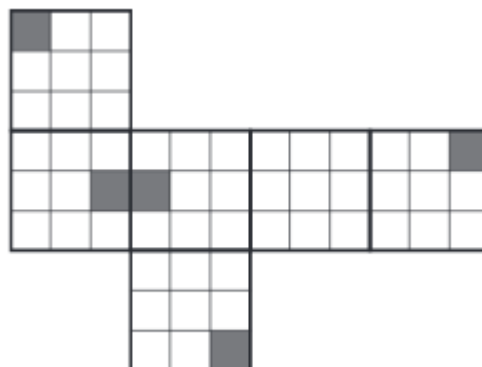


Určte, ktorá zo sietí nie je sieťou tejto kocky.

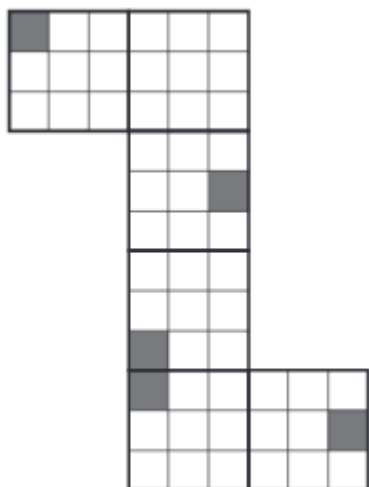
(A)



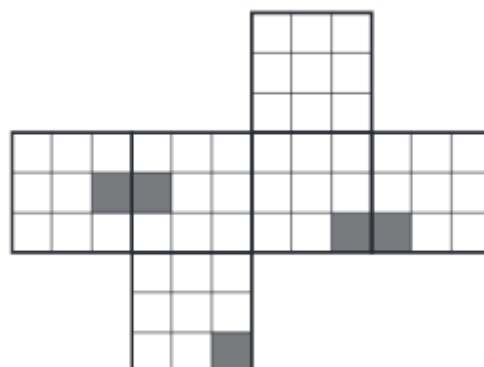
(B)



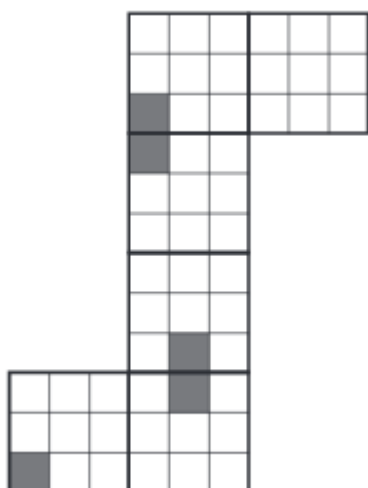
(C)



(D)

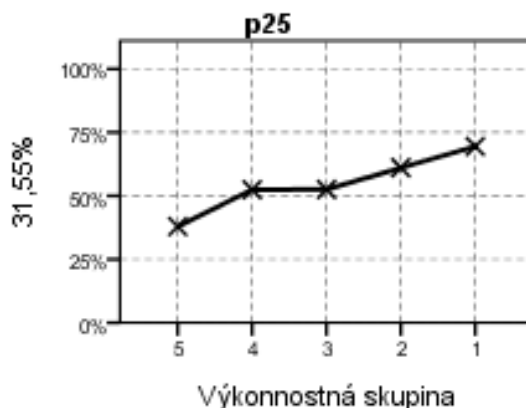


(E)



Správna odpoveď: B

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Analýza distraktorov – papierová forma

		A25	B25	C25	D25	E25	X25
1	P. Bis.	-,06	0,14	-,02	-,08	-,09	-,08
2	p	,08	,55	,25	,06	,06	,00
3	N	154,00	1075,00	487,00	124,00	118,00	8,00

Hodnotenie:

49

Podstatou úlohy bolo rozhodnúť, či daná sieť je alebo nie je sieťou telesa daného obrazom vo voľnom rovnobežnom premietaní.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi stredne obťažné položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 56,0 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 51,4 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy nebol vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná. Z analýzy ponúkaných distraktorov je zrejmé, že správnu odpoveď B si zvolila viac ako polovica maturantov. Ostatní žiaci si najviac volili distraktor C. Aj pre tento distraktor je hodnota P. Bis. záporná, čo znamená, že si ho vyberali žiaci celkovo v teste menej úspešní.

Položka nedostatočne rozlíšila žiakov štvrtej a tretej výkonnostnej skupiny. Ostatné výkonnostné skupiny rozlíšila vyhovujúco.

3.3.4.5 Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika

Priemerná úspešnosť 28,8 % (GYM 33,2 %, ostatné SŠ 18,3 %).

Tematický celok **Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika** testovali 4 úlohy (3 ÚKO a 1 ÚVO). Všetky úlohy (č. 7, 9, 19, 30) z tohto tematického celku mali testovať myšlienkové operácie transfer. Úloha č. 19 patrila medzi veľmi obťažné položky. Jedna položka (č. 9) patrila medzi stredne obťažné, dve úlohy (č. 7, 30) boli obťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných troch položiek na základe obťažnosti položky.

Úloha č. 9

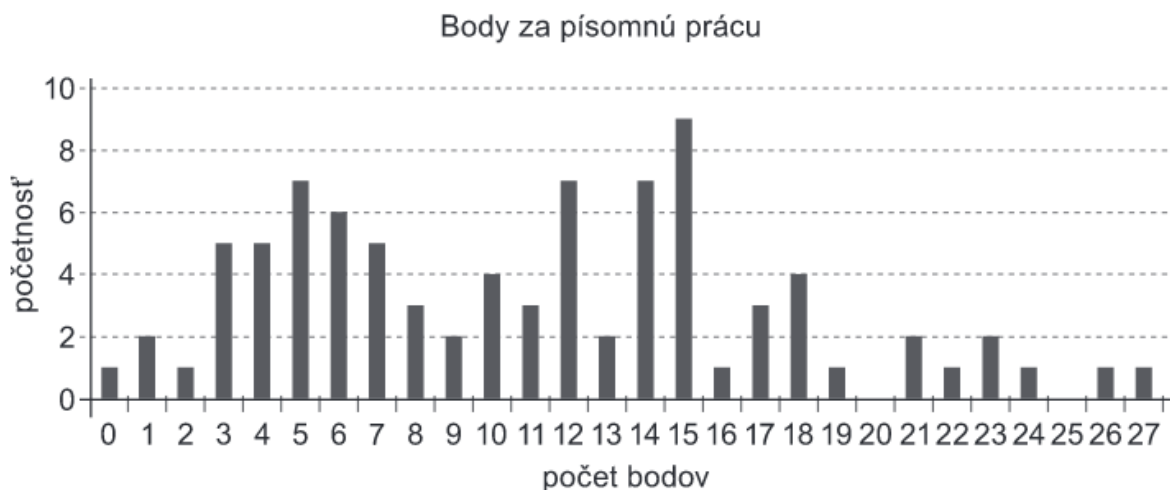
Myšlienkové operácie: zložitejšie

Téma: 5.2 Štatistika

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

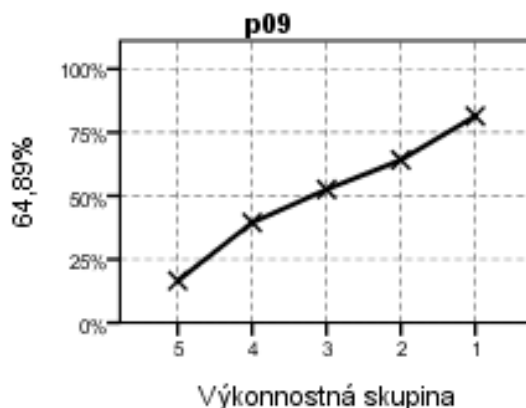
Zadanie:

Nasledujúci histogram znázorňuje, koľko z 86 žiakov dosiahlo daný počet bodov z písomnej práce. Určte medián získaných bodov.



Správna odpoveď: 11

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Úloha bola zameraná na určenie mediánu s využitím histogramu, ktorý znázorňoval dosiahnutý počet bodov z písomnej práce. Medián je prvok, ktorý pri zoradenej vzorke stojí uprostred. Potrebne bolo identifikovať počty žiakov, ktorí dosiahli daný počet bodov z písomnej práce a na základe zostavenej pomyslenej postupnosti strednú hodnotu daného súboru. Pri párnom počte prvkov vo vzorke sa medián vypočíta ako aritmetický priemer dvoch po sebe idúcich prvkov, ktoré sú najbližšie k stredu.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi stredne obťažné položky v oboch formách testovania. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 58,8 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 30,3 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná.

Položka výborne rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín.

Úloha č. 7

Myšlienkové operácie: zložitejšie

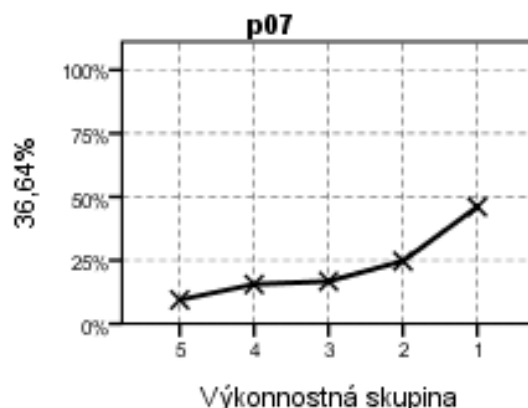
Téma: 5.1 Kombinatorika a pravdepodobnosť
Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

Zadanie:

Roztržitá úradníčka posielala tri rôzne listy. Náhodne vloží listy do troch obálok s napísanými adresami. Aká je pravdepodobnosť, že ani jeden list nebude odoslaný na správnu adresu?

Správna odpoveď: 0,33

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



Hodnotenie:

Úloha bola zameraná na oblasť pravdepodobnosti, kde na základe zadania úlohy, bolo potrebné identifikovať rôzne permutácie adries, ktoré má úradníčka k dispozícii na poslanie a následne identifikovať koľko je takých možností, ktoré spĺňajú podmienku v zadaní a to, že žiaden list nebude odoslaný na správnu adresu. Pretože ide iba o tri adresy bolo možné na vyriešenie úlohy použiť iba vypísanie daných možností, a tak identifikovať správnu odpoveď.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi obťažné položky v papierovej forme testovania. V elektronickej forme testovania bola položka na základe štatistického vyhodnotenia zaradená medzi stredne obťažné položky. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 24,5 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 17,4 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy nebol vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná.

Na základe grafu distribúcie možno konštatovať, že položka mala síce vyhovujúcu citlivosť nad 30 %, ale najvýraznejšie odlišila najmä skupinu celkovo v teste najúspešnejších žiakov. Ani títo žiaci však neriešili položku bez problémov – o čom svedčí ich priemerná úspešnosť nedosahujúca ani 50 %.

Úloha č. 19

Téma: 5.1 Kombinatorika a pravdepodobnosť
Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná úloha

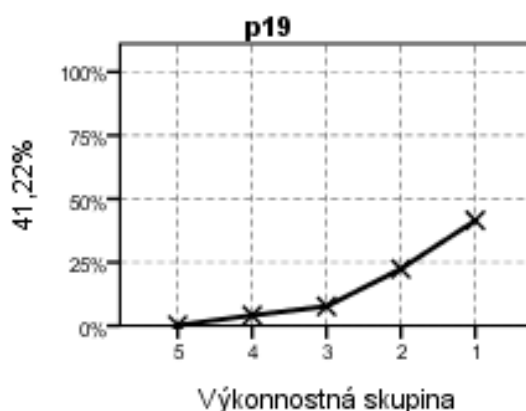
Myšlienkové operácie: zložitejšie

Zadanie:

Pravdepodobnosť vyklíčenia každej kôstky avokáda je 0,9. Zasadili sme 3 kôstky. Aká je pravdepodobnosť, že vyklíčia práve dve z nich?

Správna odpoveď: 0,24

Graf distribúcie úspešností žiackych odpovedí



53

Hodnotenie:

Podstatou úlohy bolo vypočítať pravdepodobnosť vyklíčenia avokáda pri dodržaní stanovených podmienok v zadaní. Potrebné bolo vypočítať všetky možnosti vyklíčenia práve dvoch kôstok z celkového počtu 3. V zadaní je zrejmé, že dve kôstky vyklíčia s pravdepodobnosťou 0,9. Z toho vyplýva, že kôstka nevyklíči s pravdepodobnosťou 0,1. Pri danom počte kôstok je možné si jednotlivé možnosti vypísať a identifikovať správnu odpoveď.

Položka patrila svojou obťažnosťou medzi veľmi obťažné položky v papierovej forme testovania. V elektronickej forme testovania bola položka na základe štatistického vyhodnotenia zaradená medzi obťažné položky. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 20,0 %) oproti žiakom SOŠ a konzervatóriám (úspešnosť 2,7 %). Rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy bol mierne vecne významný. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná.

Na základe grafu distribúcie možno konštatovať, že položka mala síce vyhovujúcu citlivosť

nad 30 %, ale najvýraznejšie odlíšila najmä skupinu celkovo v teste najúspešnejších žiakov. Ani títo žiaci však neriešili položku bez problémov – o čom svedčí ich priemerná úspešnosť nedosahujúca ani 50 %.

Záver a odporúčania do praxe

Na vyhodnotenie výsledkov testu riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky sa môžeme pozerieť z hľadiska kvality výkonu žiakov, ako aj z hľadiska kvality meracieho nástroja – testu, pričom tieto dva aspekty sú navzájom prepojené. Môžeme konštatovať, že test MAT17 bol primerane náročný z hľadiska pripravenosti tohtoročných maturantov.

Test riešilo **4 621** maturantov. Počet maturantov má v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi klesajúcu tendenciu. Test MAT17 riešilo **84,7 %** žiakov papierovou formou, jej elektronickú adaptáciu riešilo **15,3 %** žiakov. Elektronickú formu testovania riešilo v porovnaní s minulým rokom viac študentov. V rozdelení podľa druhu školy boli žiaci gymnázií zastúpení **58,9 %**, z nich dobrovoľnú maturitu z matematiky absolvovalo **5,4 %** žiakov z počtu zúčastnených gymnazistov. Počet žiakov v jednotlivých krajoch nebol príliš rozdielny. Podľa zriaďovateľa tradične významne viac žiakov bolo zo štátnych škôl **79,9 %**, žiaci cirkevných tvorili **12,9 %** a súkromných škôl iba **7,2 %** z celkového počtu maturantov z matematiky. Polovica maturantov bola zo škôl s celkovým počtom žiakov väčším ako 300 a menším ako 600. Chlapcov bolo približne o polovicu viac ako dievčat.

Priemerná úspešnosť celého súboru bola **45,9 %**. Ukázalo sa, že priemerné výkony žiakov podľa krajov boli porovnateľné. Rozdiely v priemerných výkonoch žiakov delených podľa zriaďovateľa školy sú v posledných rokoch zanedbateľné. Z hľadiska druhu školy bol výkon žiakov gymnázií opäť stredne vecne významne lepší ako výkon žiakov stredných odborných škôl. Gymnazisti boli vo všetkých oblastiach testu lepší ako žiaci stredných odborných škôl. Treba poznamenať, že k stabilne nižšiemu priemernému výkonu žiakov zo stredných odborných škôl oproti žiakom z gymnázií okrem odbornej študijnej orientácie a intenzite vyučovania matematiky môže prispievať aj dobrovoľná forma skúšky. Výsledky žiakov podľa veľkosti školy alebo veľkosti sídla školy boli porovnateľné. V porovnaní úspešnosti podľa pohlavia sme nezaznamenali štatisticky významný rozdiel. Rozdiely v úspešnosti chlapcov a dievčat sa nepotvrdili ani v jednotlivých oblastiach testu. Celkovo bol test z rodového hľadiska náročnosti položiek dobre vyvážený. Priemerné úspešnosti žiakov, ktorým bol test administrovaný papierovou a elektronickou formou, boli porovnateľné. Dosiahnuté priemerné úspešnosti žiakov zodpovedali širokospektrálnej populácii, ktorá test riešila.

V záujme nezávislosti riešenia testu boli vytvorené dva varianty testu, ktoré boli zo všetkých skúmaných hľadísk ekvivalentné. Základné charakteristiky testu nepoukazovali na závažné

neštandardné vybočenia. O dobrej kvalite testu vypovedajú sledované psychometrické parametre ako obťažnosť, citlivosť, neriešenosť a predovšetkým konzistentnosť položiek, čiže medzipoložková korelácia prezentovaná hodnotami Point Biseriálu. Reliabilita testu bola dobrá, Cr_α 0,83. Pre výbornú presnosť, keď $Cr_\alpha \geq 0,900$, je potrebných viac položiek, ako obsahuje súčasný test z matematiky (30).

Vyhodnotenie úspešnosti žiakov v jednotlivých oblastiach konštatuje primerané výsledky pri riešení príkladov známych z učebníc a zbierok úloh. Žiaci v podstate bez problémov riešili úlohy, ktoré vyžadovali jednoduchú aplikáciu poznatkov. Podrobná analýza položiek ukázala, že žiaci mali problém riešiť náročnejšie úlohy vyžadujúce vzájomné prepojenie poznatkov a využitie algebrického výpočtu. Prejavila sa značná neochota veľkej skupiny žiakov riešiť tieto úlohy. Zaznamenali sme nižšiu priemernú úspešnosť žiakov pri riešení úloh z tematického celku Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika, potvrdili sa aj pretrvávajúce nedostatky pri riešení výpočtových úloh z geometrie v tematickom celku Planimetria, najmä u žiakov stredných odborných škôl. V porovnaní s minulým rokom sa žiaci zlepšili v tematickej oblasti Stereometria, ktorá v pomyselnom rebríčku z posledného miesta postúpila na miesto druhé. Táto skutočnosť môže súvisieť s tým, že 4 úlohy z piatich v oblasti Stereometria boli zamerané na kognitívnu úroveň reprodukcia a transfer.

Úspešné zvládnutie obsahu predmetu matematika podľa Štátneho vzdelávacieho programu nie je postačujúce na úspešné absolvovanie maturitnej skúšky z matematiky, ktorej obsah je oveľa rozsiahlejší a je stanovený Cieľovými požiadavkami na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. V úlohách, ktorých obsah vychádzal z Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky a zároveň nebol súčasťou Štátneho vzdelávacieho programu žiadneho druhu strednej školy, žiaci dosiahli nižšiu úspešnosť ako v úlohách, ktoré vychádzali zo Štátneho vzdelávacieho programu a žiaci ich poznali z hodín matematiky. Preto je potrebné zabezpečiť v spolupráci vyučujúcich matematiky a riaditeľov v oboch druhoch stredných škôl možnosť osobitnej prípravy žiakov na maturitnú skúšku z matematiky v požadovanom rozsahu. Zároveň je potrebné zvážiť, či špeciálna príprava na maturitnú skúšku z matematiky a zaradenie učiva z Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky, ktoré nie je obsiahnuté v Štátnom vzdelávacom programe stredných škôl, len v poslednom maturitnom ročníku štúdia, bez následnej možnosti neskoršieho precvičenia a upevnenia, je vhodné a postačujúce na úspešné zvládnutie maturitnej skúšky z matematiky a následné bezproblémové pokračovanie v štúdiu na vysokej škole.

Vo vyučovaní matematiky je na základe vyššie analyzovaného a prezentovaného potrebné klásť dôraz na riešenie úloh, ktoré vyžadujú tvorivý prístup žiaka, aplikáciu a vzájomné prepojenie poznatkov z rôznych oblastí matematiky. V ešte väčšej miere je nutné precvičovať stratégiu riešenia metrických úloh v planimetrii, ktorá sa v tomto roku ukázala ako tematická oblasť s klesajúcou úspešnosťou. Dostatočný priestor je potrebné venovať matematizácii problémov z bežného života, precvičovaniu algebrických zručností potrebných pri vysokoškolskom štúdiu a úlohám podporujúcim pozornosť, sústredenosť a dôslednosť žiaka počas ich riešenia, overenia splnenia všetkých podmienok v zadaní a tvorby záveru.

Literatúra

1. Burjan, V.: Tvorba a využívanie školských testov vo vzdelávacom procese. Exam: Bratislava 1999.
2. Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. ŠPÚ: Bratislava 2012.
3. Ficová, L. – Havrlentová, M. – Kohanová, I. – Matušková, H. – Marušková, M. – Švecová, S.: Matematická gramotnosť v testových úlohách. NÚCEM: Bratislava 2015.
4. Hajdúk, M.: Teória odpovede na položku. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2013.
5. Hajdúk, M. – Kelecsényi, P. – Ringlerová, V.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2013.
6. Hajdúk, M. – Kelecsényi, P. – Ringlerová, V.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2015.
7. Hendl, J.: Přehled statistických metod zpracování dát. Portál: Praha 2004.
8. Hrabal, V. – Lustigová, Z. – Valentová, L.: Testy a testování ve škole. Pedagogická fakulta UK: Praha 1992.
9. Jelínek, M. – Květon, P. – Vobořil, D.: Testování v psychologii. Teorie odpovědi na položku a počítačové adaptivní testování. Grada Publishing: Praha 2011.
10. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P. – Pichaničová, I.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky Matematika. NÚCEM: Bratislava 2009.
11. Juščáková, Z. – Ringlerová, V.: Príručka. Vysvetlenie pojmov používaných v správach zo štatistického spracovania testov EČ MS. NÚCEM: Bratislava 2009.
12. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2010.
13. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2011.
14. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2012.
15. Juščáková, Z. – Repovský, M.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2016.
16. Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2014.
17. Kubáček, Z.: Matematika pre 1. ročník gymnázií. 1. časť. SPN: Bratislava 2009.

18. Kubáček, Z.: Matematika pre 1. ročník gymnázií. 2. časť. SPN: Bratislava 2010.
19. Kubáček, Z.: Matematika pre druhý ročník gymnázií. Prvá časť. Orbis Pictus Istropolitana: Bratislava 2009.
20. Kubáček, Z.: Matematika pre 2. ročník gymnázií a 6. ročník gymnázií s osemročným štúdiom. Druhá časť. Orbis Pictus Istropolitana: Bratislava 2010.
21. Kubáček, Z.: Matematika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. časť. SPN: Bratislava 2012.
22. Kubáček, Z.: Matematika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 2. časť. SPN: Bratislava 2013.
23. Kubáček, Z.: Matematika pre 4. ročník gymnázia a 8. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. SPN: Bratislava 2013.
24. Kubiš, T a kol.: Metodika tvorby testových úloh a testov. NÚCEM: Bratislava 2015.
25. Kurajová Stopková, J. – Ficek, T.: Správa zo štatistického spracovania testu z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2017.
26. Lapitka, M.: Tvorba a použitie didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 1996.
27. Ritomský, A. – Zelmanová, O.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní. Položková a multivariačná analýza s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2003.
28. Ritomský, A. – Zelmanová, O. – Zelman, J.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2002.
29. Rosa, V.: Metodika tvorby didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 2007.
30. SPSS Base 10.0 User`s Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1999.
31. SPSS Base 7.0 Syntax Reference Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1996.
32. Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
33. Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie. ŠPÚ: Bratislava 2009.
34. Štátny vzdelávací program. Matematika (Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami). Príloha ISCED 3A. ŠPÚ: Bratislava 2009.
35. Turek, I.: Učiteľ a didaktické testy. Metodické centrum: Bratislava 1996.
36. Turek, I.: Učiteľ a pedagogický výskum. Metodické centrum: Bratislava 1998.
37. Urbánek, T. – Denglerová, D. – Sirůček, J.: Psychometrika. Měření v psychologii. Portál: Praha 2011.
38. Vzdelávací štandard pre študijné odbory, ktorých absolvovaním žiak získa úplné stredné odborné vzdelanie. ŠPÚ: Bratislava 2013.

39. Wimmer, G.: Štatistické metódy v pedagogickom výskume. Gaudeamus: Hradec Králové 1993.

Vysvetlenie niektorých použitých pojmov

Klasická teória testovania (Classical Test Theory – CTT)

Úspešnosť žiaka je definovaná ako percentuálny podiel bodov za položky, na ktoré žiak odpovedal správne z celkového počtu bodov, ktoré mohol v teste získať. Najvyššia dosiahnutá úspešnosť niektorého žiaka v teste je **maximum**, najnižšia dosiahnutá úspešnosť je **minimum**. Aritmetický priemer úspešností všetkých žiakov riešiacich test je **priemerná úspešnosť** (národný priemer).

Percentil individuálneho **žiaka** určuje percentuálne poradie žiaka v celom súbore, koľko percent žiakov celého súboru dosiahlo horší výsledok ako individuálny žiak. Nutnou podmienkou korektnosti percentilu je zabezpečenie rovnakých podmienok pre všetkých žiakov súboru, teda riešenie rovnakých úloh jedného testu v rovnakom čase.

Štandardná odchýlka je priemer odchýlok úspešností všetkých žiakov od priemernej úspešnosti. Vyjadruje mieru rozptýlenia úspešností žiakov od priemernej úspešnosti. Čím je väčšia, tým väčšie sú rozdiely vo výkonoch žiakov. Pomocou štandardnej odchýlky určujeme **intervalový odhad úspešnosti populácie** v ktorom sa umiestnilo 95 % testovaných žiakov.

Štandardná chyba priemernej úspešnosti určuje presnosť vypočítania priemernej úspešnosti. Čím menšia je štandardná chyba priemernej úspešnosti, tým presnejšie charakterizuje priemerná úspešnosť testovaných žiakov. Pomocou štandardnej chyby priemernej úspešnosti určujeme **interval spoľahlivosti pre priemernú úspešnosť** v ktorom sa s 95 %-nou pravdepodobnosťou nachádza priemerná úspešnosť celého súboru.

Štandardná chyba merania je ukazovateľom presnosti merania. Čím je menšia, tým presnejšie je určený **intervalový odhad úspešnosti individuálneho žiaka** v ktorom sa s 95 %-nou pravdepodobnosťou nachádza úspešnosť individuálneho žiaka.

Reliabilita testu (spoľahlivosť merania) určuje, do akej miery sa podarilo v teste vylúčiť vplyv náhodnosti, či by testovaní žiaci dosiahli rovnaké alebo podobné výsledky pri opakovanom testovaní podobnými úlohami. Reliabilitu zvyšuje vyšší počet úloh a ich citlivosť, znižuje veľa veľmi ľahkých alebo veľmi ťažkých položiek. Koeficientom reliability je **Cronbachovo alfa**.

Štatistická významnosť (signifikancia) určuje mieru zhody alebo rozdielnosti vybraného znaku dvoch porovnávaných skupín súboru, napríklad priemerných úspešností. Keďže

štatistická významnosť sa preukáže už pri malých rozdieloch medzi úspešnosťami skupín (hodnota 0,000), pre potreby pedagogických výskumov je vhodnejšia **vecná významnosť (signifikancia)** rozdielov priemerných úspešností r , ktorá aj pri veľkých súboroch zohľadňuje počet žiakov v jednotlivých porovnávaných skupinách. Mieru zhody alebo rozdielnosti porovnávaných skupín podľa vecnej významnosti r vyjadruje stupnica v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 19 Klasifikácia miery vecnej významnosti

Hodnota vecnej významnosti r	Miera významnosti
0,00 – 0,10	žiadna
0,11 – 0,20	veľmi mierna
0,21 – 0,30	mierna
0,31 – 0,50	stredná
0,51 – 1,00	silná, veľmi silná až úplná

Obťažnosť položky je percentuálny podiel žiakov, ktorí správne riešili úlohu. Čím vyššia je hodnota obťažnosti položky, tým väčšia časť žiakov na položku odpovedala správne, tým bola položka ľahšia. Rozdelenie položiek podľa percentuálnej hodnoty obťažnosti uvádza nasledujúca tabuľka.

Tab. 20 Klasifikácia položiek podľa obťažnosti

Hodnota obťažnosti	Obťažnosť položky
0,0 % – 20,0 %	veľmi obťažná
20,1 % – 40,0 %	obťažná
40,1 % – 60,0 %	stredne obťažná (okolo 50,0 % optimálna)
60,1 % – 80,0 %	ľahká
80,1 % – 100,0 %	veľmi ľahká

Medzipoložková korelácia je mierou reliability, homogenity testu. Test je reliabilný, ak sú jeho položky homogénne, čo znamená, že položky medzi sebou súvisia, teda merajú tú istú vlastnosť (v teste z matematiky úroveň matematickej schopnosti žiaka). Koeficient medzipoložkovej korelácie **P. Bis. (Point Biserial)** položky určuje koreláciu medzi obťažnosťou položky testu a obťažnosťou ostatných položiek testu. Ak je hodnota *P. Bis.* položky záporná, tak žiaci v teste celkove úspešní (dosiahli úspešnosť vyššiu ako priemerná úspešnosť) neodpovedali správne na položku a naopak, žiaci v teste celkove menej úspešní

uviedli správnu odpoveď. Čím väčšia je kladná hodnota *P. Bis.* položky, tým väčší podiel v teste celkove úspešnejších žiakov a menší podiel menej úspešných žiakov odpovedal správne na položku. Rozdelenie položiek podľa hodnoty *P. Bis.* je v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 21 Klasifikácia položiek podľa *P. Bis.*

Hodnota <i>P. Bis.</i>	Rozlišovacia schopnosť položky
záporná hodnota	nerozlišuje dobrých a slabých žiakov
hodnota okolo 0	veľmi slabá rozlišovacia schopnosť
hodnota väčšia ako 0,30	dobrá rozlišovacia schopnosť

Pri úlohách s výberom odpovede sa vyhodnocuje osobitne každá ponúknutá odpoveď. Uvádza sa *P. Bis.* každej možnosti a podiel žiakov, ktorí si vybrali danú možnosť (frekvencia). Tieto údaje sú uvedené aj pre skupinu žiakov, ktorá na úlohu neuviedla odpoveď. Žltou farbou je označený stĺpec (prípadne riadok) so správnou odpoveďou. Položky s výberom odpovede hodnotíme podľa nasledovných kritérií:

1. Podiel žiakov, ktorí si vybrali správnu odpoveď, by mal byť najväčší.
2. Hodnota *P. Bis.* správnej odpovede by mala byť väčšia ako 0,30. Väčšina v teste celkove úspešnejších žiakov by si mala vybrať správnu odpoveď. Pri nedodržaní tohto kritéria je hodnota zvýraznená červenou farbou.
3. Hodnota *P. Bis.* nesprávnej odpovede (distraktora) by mala byť záporná. Distraktory by si mali vybrať žiaci v teste celkove menej úspešní. Pri nedodržaní tohto kritéria je hodnota zvýraznená hnedou farbou.

Distribúcia úspešností vyjadruje vzťah medzi úspešnosťou žiaka v položke a celkovou úspešnosťou žiaka v teste. Interpretuje sa grafmi, ktoré majú na osi *x* rozdelenie žiakov do piatich výkonnostných skupín podľa celkovej úspešnosti v teste od najmenej úspešnej piatej skupiny po najúspešnejšiu prvú skupinu a na osi *y* priemernú úspešnosť žiakov v percentách v danej položke v danej výkonnostnej skupine.



Obr. 13 Distribúcia úspešnosti odpovedí žiakov na položku podľa výkonnostných skupín

Citlivosť (rozlišovacia sila položky) je schopnosť položky rozlíšiť úspešnejších a menej úspešných žiakov. Ak všetkých žiakov rozdelíme vzostupne podľa celkovej úspešnosti v teste do piatich skupín (od 5 do 1), tak rozdiel priemernej úspešnosti „najlepšej“ (1) a „najslabšej“ (5) skupiny je hodnota citlivosti položky. Položky podľa hodnoty citlivosti rozdeľuje nasledujúca tabuľka.

64

Tab. 22 Rozdelenie položiek podľa citlivosti

Hodnota citlivosti	Miera citlivosti
Menej ako 0,0 % (záporná hodnota)	kritická
0,0 % – 30,0 %	nedostatočná
nad 30,0 %	vyhovujúca

Neriešenosť položky je percentuálny podiel žiakov, ktorí na položku neuviedli odpoveď. Určuje sa ako súčet vynechanosti a nedosiahnutosti.

Žiak vynechal položku, ak na danú úlohu neodpovedal, ale na niektorú ďalšiu úlohu áno. Za nedosiahnutú považujeme položku, po ktorej už žiak žiadnu položku neriešil. Nedosiahnutosť poslednej položky určujeme ako nedosiahnutosť predposlednej položky. Za kritickú považujeme hodnotu neriešivosti vyššiu ako 30 %.