

NÚCEM

NÁRODNÝ ÚSTAV CERTIFIKOVANÝCH
MERANÍ VZDELÁVANIA

Maturitná skúška 2014

**Správa
o výsledkoch riadneho termínu
externej časti maturitnej skúšky**

z matematiky

Mgr. Pavol Kelecsényi

Bratislava 2014

OBSAH

ÚVOD	4
1 CHARAKTERISTIKA TESTU RT EČ MS Z MATEMATIKY A TESTOVANÍ ŽIACI	5
1.1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky	5
1.2 Testovaní žiaci.....	6
2 VÝSLEDKY RT EČ MS Z MATEMATIKY PODĽA VYHODNOTENIA CTT	9
2.1 Všeobecné výsledky	9
2.2 Rozdiely vo výsledkoch	12
3 VÝSLEDKY POLOŽIEK TESTU RT EČ MS Z MATEMATIKY PODĽA CTT	27
3.1 Porovnanie variantov testu	27
3.2 Obťažnosť položiek	27
3.2.1 Obťažnosť položiek podľa tematického celku	28
3.2.2 Obťažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie	33
3.2.3 Obťažnosť položiek podľa druhu školy	34
3.2.4 Obťažnosť položiek podľa pohlavia	35
3.3 Korelácia položiek so zvyškom testu.....	36
3.4 Distribúcia úspešností a citlivosť položiek	41
3.5 Neriešenosť položiek	46
3.6 Súhrnné charakteristiky položiek	48
4 VÝSLEDKY RT EČ MS Z MATEMATIKY PODĽA VYHODNOTENIA IRT	53
4.1 Všeobecné výsledky	53
4.2 Výsledky položiek	57
5 NÁMETY NA ZAMYSLENIE	67
ZÁVER	70
LITERATÚRA	72
PRÍLOHA – VYSVETLENIE NIEKTORÝCH POUŽITÝCH POJMOV	74
ZADANIA ÚLOH TESTU MAT14 – 2106	81

Vysvetlivky

MS	– maturitná skúška
EČ MS	– externá časť maturitnej skúšky
RT EČ MS	– riadny termín externej časti maturitnej skúšky
GYM	– gymnáziá
SOŠ	– stredné odborné školy
ÚKO	– úloha s krátkou odpoveďou (otvorená), hodnotí sa výsledok riešenia
ÚVO	– úloha s výberom odpovede (uzavretá) z piatich možností
BA	– Bratislavský kraj
TT	– Trnavský kraj
TN	– Trenčiansky kraj
NR	– Nitriansky kraj
ZA	– Žilinský kraj
BB	– Banskobystrický kraj
PO	– Prešovský kraj
KE	– Košický kraj
N	– veľkosť štatistického súboru, počet žiakov
<i>P. Bis.</i>	– Point Biserial, parameter medzipoložkovej korelácie
r	– korelačný koeficient, koeficient vecnej významnosti (signifikancie)
CTT	– klasická teória testovania (Classical Test Theory)
IRT	– teória odpovede na položku (Item Response Theory)
MAT14	– označenie testu z matematiky pre RT EČ MS v roku 2014
položka (testová)	– príklad, úloha, otázka v teste určená na riešenie a hodnotená (0, 1) v hrubom skóre

Úvod

Dňa 20. marca 2014 sa konal RT EČ MS z matematiky.

Cieľom EČ MS je overiť, zhodnotiť a porovnať 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 RT EČ MS z matematiky a spracovania jej výsledkov.

V prvej časti správy opisujeme vstupy, uvádzame charakteristiky testu a kvantifikujeme štatistický súbor obsahujúci žiakov maturujúcich z matematiky v RT EČ MS 2014. Údaje o počte žiakov sú členené z hľadiska územného, zriaďovateľa školy, charakteristík školy, pohlavia a známky žiakov z matematiky, dĺžky, formy a odboru štúdia.

V ďalšej časti prezentujeme kvalitatívne znaky testu a možné faktory rozdielnosti výkonov žiakov v RT EČ MS prostredníctvom štatistických výsledkov spracovaných podľa vybraných triediacich znakov CTT metódou.

V tretej časti prinášame výsledky štatistických meraní jednotlivých položiek testu vypracovaných CTT metódou. Opisujeme obťažnosť položiek podľa tematických celkov, náročnosti myšlienkovej operácie potrebnej na vyriešenie položky, druhu školy a pohlavia, koreláciu obťažnosti položiek so zvyškom testu, rozlišovaciu silu a stupeň neriešenosti položiek. Na konci tejto časti predkladáme súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek. Vychádzame zo Záverečnej správy zo štatistického spracovania testu EČ MS z matematiky (Ringlerová, V., 2014).

V nasledujúcej časti oboznamujeme s výsledkami vyhodnotenia testu a jednotlivých položiek IRT metódou. Hodnotíme obťažnosť a rozlišovaciu schopnosť položiek testu a prinášame grafy závislosti voľby odpovede žiakov od úrovne matematickej schopnosti žiakov. Údaje čerpáme zo Správy zo štatistického vyhodnotenia maturitného testu z matematiky 2014 (forma 2106) – Analýza prostredníctvom IRT (Marko, M., 2014).

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.

Zadania položiek testu a stručné vysvetlenie niektorých odborných pojmov, štatistických postupov a vzťahov používaných v tejto správe uvádzame v prílohe.

Variant vyhodnoteného testu a Kľúč správnych odpovedí sú uverejnené na www.nucem.sk.

1 Charakteristika testu RT EČ MS z matematiky a testovaní žiaci

1.1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky

Maturitnú skúšku legislatívne upravuje zákon č. 245/2008 Z. z. a vyhláška č. 318/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov, podľa ktorých maturitnú skúšku z matematiky na jednej úrovni absolvovali iba žiaci, ktorí si matematiku zvolili ako voliteľný predmet.

Test RT 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 presného desatinného čísla, prípadne desatinného čísla zaokrúhleného podľa pokynov zadania. Posledných desať úloh bolo uzavretých s výberom odpovede. V každej úlohe žiaci mohli vyberať 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 (úlohy na reprodukciu a porozumenie) – overenie znalostí pojmov, porozumenie, priradovanie, zoradovanie, triedenie, porovnávanie, jednoduchá aplikácia,
2. zložitejšie – úlohy vyžadujúce zložitejšie myšlienkové operácie (úlohy na aplikáciu poznatkov) – analýza, syntéza, indukcia, dedukcia, vysvetľovanie, hodnotenie, dokazovanie, overovanie algoritmov riešenia úloh v kontextoch blízkych alebo podobných školskej praxi,
3. tvorivé – úlohy vyžadujúce tvorivý prístup (problémové úlohy) – tvorba hypotéz, zložitejšia aplikácia, riešenie problémových situácií, objavovanie nových myšlienok a vzťahov, tvorba produktívnych riešení a použitie poznatkov v neobvyklých a neznámych kontextoch.

Z hľadiska predpokladanej obťažnosti test obsahoval desať ľahkých úloh, dvanásť stredne ťažkých a osem náročných úloh.

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. V porovnaní s uplynulými rokmi zostal nezmenený, napriek tomu, že obsahoval aj vzťahy, ktoré podľa Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky žiaci nemusia ovládať. Poznajú ich však z vyučovania matematiky a mohli ich využiť pri riešení niektorých príkladov v teste.

Žiaci mali na vyriešenie úloh testu 120 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. Výtlačok testu obsahoval čiarový kód a úzky pásik geometrických vzorov, osobitý pre každý jednotlivý test. Zadania úloh testu boli preložené do maďarského jazyka pre žiakov škôl s vyučovacím jazykom maďarským. Zdravotne znevýhodnení žiaci riešili test s graficky alebo obsahovo upraveným zadaním úloh.

1.2 Testovaní žiaci

Test MAT14 riešilo 7 205 žiakov zo 401 škôl (Tab. 1). Rozdelenie žiakov do škôl podľa zriaďovateľa nebolo rovnomerné. Žiaci súkromných a cirkevných škôl tvorili iba 12,3 % z celkového počtu maturantov. V súkromných a cirkevných školách sa testovania zúčastnilo v priemere 9,7 žiakov v prepočte na školu, čo je oveľa menej ako v štátnych školách (priemerne 20,4 žiakov na školu), čo súvisí s počtom tried a žiakov v triedach týchto škôl.

Tab. 1 Počet škôl a žiakov podľa kraja a zriaďovateľa školy v MAT14

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Kraj	BA	51	12,7	949	13,2
	TT	37	9,2	645	9,0
	TN	39	9,7	686	9,5
	NR	47	11,7	719	10,0
	ZA	56	14,0	1 220	16,9
	BB	54	13,5	756	10,5
	PO	63	15,7	1 121	15,6
	KE	54	13,5	1 109	15,4
	spolu	401	100,0	7 205	100,0
Zriaďovateľ	štátne školy	310	77,3	6 318	87,7
	súkromné školy	37	9,2	215	3,0
	cirkevné školy	54	13,5	672	9,3
	spolu	401	100,0	7 205	100,0

Tab. 2 Počet škôl a žiakov podľa druhu školy, celkového počtu žiakov školy a počtu obyvateľov v sídle školy v MAT14

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	229	57,1	5 050	70,1
	SOŠ	172	42,9	2 155	29,9
	spolu	401	100,0	7 205	100,0
Celkový počet žiakov školy	menej ako 300	161	40,1	1 444	20,0
	300 až 600	179	44,6	3 678	51,0
	viac ako 600	61	15,2	2 083	28,9
	spolu	401	100,0	7 205	100,0
Počet obyvateľov v sídle školy	menej ako 15 000	99	24,7	1 280	17,8
	viac ako 15 000	231	57,6	4 458	61,9
	Bratislava a Košice	71	17,7	1 467	20,4
	spolu	401	100,0	7 205	100,0

Takmer tretina maturujúcich žiakov boli žiaci SOŠ, ktorí konali MS z matematiky ako dobrovoľný predmet. Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky sú pre žiakov všetkých druhov škôl rovnaké. Možnosti prípravy žiakov GYM a SOŠ na MS však nie sú porovnateľné, vyplývajú z rozdielneho počtu hodín matematiky v učebnom pláne a rozsahu učiva v tematických celkoch Štátneho vzdelávacieho programu pre GYM a SOŠ a tiež z možnosti výberu voliteľných predmetov v maturitnom ročníku. Obsah učiva predmetu matematika GYM ani SOŠ nepokrýva obsah učiva cieľových požiadaviek z matematiky, preto absolvovanie predmetu matematika nepostačuje ako príprava na MS z matematiky.

Tab. 3 Počet žiakov podľa pohlavia, známky z matematiky a variantu testu v MAT14

		Počet	%
Pohlavie	chlapci	4 736	65,7
	dievčatá	2 469	34,3
	spolu	7 205	100,0
Známka z matematiky	1	2 555	35,5
	2	2 363	33,2
	3	1 754	24,3
	4	482	6,7
	5	44	0,6
	neuvedená	7	0,1
	spolu	7 205	100,0
Variant	2106	3 611	50,1
	2403	3 594	49,9
	spolu	7 205	100,0

MAT14 riešilo takmer dvakrát viac chlapcov ako dievčat. Prekvapivý je výber matematiky ako voliteľného predmetu 526 žiakmi (7,3 %) hodnotenými z matematiky známkou 4 a 5.

Tab. 4 Počet žiakov podľa formy štúdia v MAT14

		Počet	%
Forma štúdia	denná	7 192	99,8
	externá	13	0,2
	spolu	7 205	100,0

Iba 0,2 % maturantov študovalo externe, všetci ostatní navštevovali dennú formu štúdia.

Tab. 5 Počet žiakov GYM podľa dĺžky štúdia v MAT14

		Počet	%
Dĺžka štúdia	4	3 393	67,2
	5	209	4,1
	6	51	1,0
	8	1 397	27,7
	spolu	5 050	100,0

Približne dve tretiny maturantov z GYM boli žiaci štvorročného štúdia.

Tab. 6 Počet žiakov SOŠ podľa hlavnej skupiny odboru štúdia a dosiahnutého vzdelania po ukončení štúdia v MAT14

		Počet	%
Hlavná skupina odboru štúdia	technické vedy a náuky I	975	45,2
	technické vedy a náuky II	705	32,7
	lesnícke a veterinárne vedy a náuky	6	0,3
	zdravotníctvo	1	0,1
	spoločenské vedy, náuky a služby I	436	20,2
	spoločenské vedy, náuky a služby II	24	1,1
	vedy a náuky o kultúre a umení	8	0,4
	spolu	2 155	100,0
Dosiahnuté vzdelanie po ukončení štúdia	Úplné stredné odborné s maturitou		
	• a výučným listom	318	14,7
	• bez výučného listu (nadstavba)	15	0,7
	• bez výučného listu	1 823	84,6
spolu	2 155	100,0	

Najpočetnejšou skupinou maturantov zo SOŠ boli žiaci odborov štúdia technických vied a náuk a žiaci, ktorí po ukončení štúdia dosiahnu úplné stredné odborné vzdelanie s maturitou bez výučného listu.

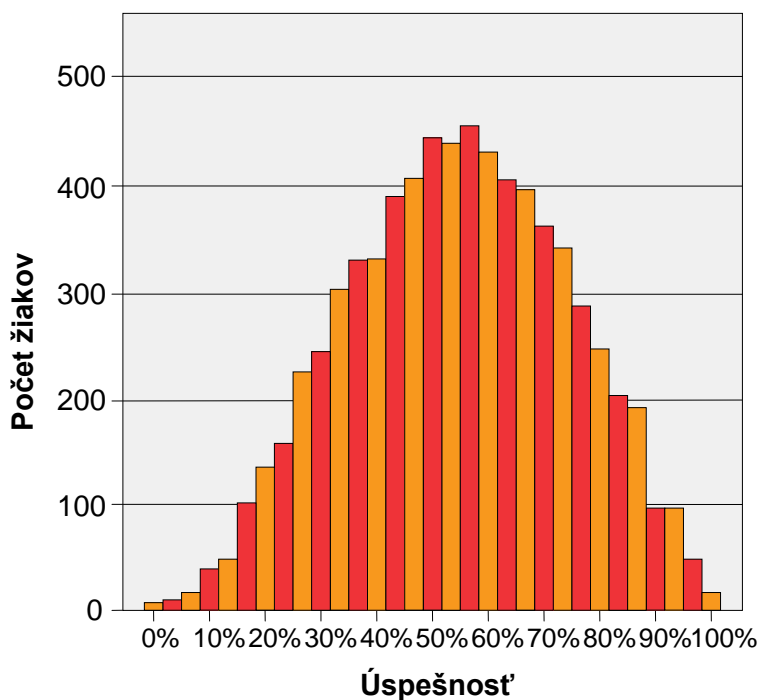
2 Výsledky RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia CTT

2.1 Všeobecné výsledky

V nasledujúcich tabuľkách a grafe uvádzame kvalitatívne znaky testu a úspešnosti žiakov.

Tab. 7 Výsledné psychometrické charakteristiky testu MAT14

Počet testovaných žiakov	7 205
Minimum	0,0 %
Maximum	100,0 %
Priemer	54,4 %
Štandardná odchýlka	19,8 %
Intervalový odhad úspešnosti populácie – dolná hranica	15,6 %
Intervalový odhad úspešnosti populácie – horná hranica	93,2 %
Štandardná chyba priemernej úspešnosti	0,2 %
Interval spoľahlivosti pre priemernú úspešnosť – dolná hranica	54,0 %
Interval spoľahlivosti pre priemernú úspešnosť – horná hranica	54,8 %
Štandardná chyba merania pre úspešnosť	7,6 %
Intervalový odhad úspešnosti individuálneho žiaka – dolná hranica	39,5 %
Intervalový odhad úspešnosti individuálneho žiaka – horná hranica	69,3 %
Cronbachovo alfa	0,85



Obr. 1 Výsledný histogram rozloženia početností percentuálnych úspešností v MAT14

Cieľom MS je overiť vedomosti a zručnosti žiakov v rozsahu Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov (zákon č. 245/2008 Z. z., § 74, bod 1). Test EČ MS z matematiky má navyše za úlohu usporiadať všetkých maturujúcich žiakov (riešiacich jeden rovnaký test v jednom rovnakom termíne) podľa priradeného percentilu do poradia, napríklad pre potreby vysokých škôl pri prijímacej skúške. Preto je test EČ MS z matematiky zostavený ako porovnávací, rozlišujúci test relatívneho výkonu (norm-referenced NR test).

Priemerná úspešnosť žiakov v dobre zostavenom NR teste by podľa CTT mala dosiahnuť hodnotu z intervalu od 40 % do 60 %. Hodnota 54,4 % priemernej úspešnosti žiakov v teste MAT14 (Tab. 7) a tvar histogramu rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov (Obr. 1), len veľmi mierne vychýlený doprava, zodpovedajú normálnemu rozložению úrovne matematickej schopnosti v populácii a poukazujú na primeranú náročnosť a vhodnosť testu pre testovaných žiakov. V ďalšej interpretácii nameranej hodnoty priemernej úspešnosti (národného priemeru) 54,4 % žiakov v NR teste však musíme byť opatrní. Záver, že maturanti testovaného ročníka ovládajú učivo stredoškolskej matematiky na 54,4 % nie je možné vyvodiť, pretože uvedená hodnota je výsledkom rozlišovacieho testu a nízkeho počtu položiek, ktorý nie je postačujúci na preskúšanie celého obsahu Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky v potrebnom rozsahu. Podobne opatrne treba interpretovať aj dosiahnutú úspešnosť jednotlivých žiakov v teste RT EČ MS z matematiky, napriek tomu, že úspešnosť žiaka vyjadrená percentom sa uvádza aj na maturitnom vysvedčení žiaka (rovnocenne so známku z ústnej formy internej časti MS).

Z ďalších údajov v Tab. 7 vyplýva, že približne dve tretiny maturantov z matematiky dosiahli úspešnosť v intervale od 34,6 % do 74,2 %. Podľa intervalového odhadu úspešnosti 95 % testovaných žiakov dosiahlo úspešnosť medzi 15,6 % a 93,2 %. Spoľahlivosť merania (reliabilita testu) určená hodnotou Cronbachovho alfa 0,85 je pre test s pomerne nízkym počtom tridsiatich položiek veľmi dobrá. Zatiaľ najvyššia reliabilita testu RT EČ MS z matematiky bola v roku 2007 s hodnotou 0,87. Reliabilita nad 0,85 (niekedy nad 0,90) je postačujúca na vyvodenie záveru a prijatie rozhodnutia na základe jednej skúšky alebo testovania.

Najnižšiu úspešnosť 0,0 % v MAT14 dosiahli 9 žiaci, najvyššiu úspešnosť 100,0 % dosiahlo 21 žiakov (Tab. 8). Najúspešnejšiu skupinu žiakov, ktorí dosiahli úspešnosť 90,0 % a viac, tvorilo 219 žiakov, čo boli 3,0 % všetkých žiakov riešiacich test MAT14. Menej úspešná polovica žiakov (percentil 50,0 a menej) dosiahla úspešnosť 56,7 % alebo menej a bola rozdelená do 18 skupín. Úspešnejšia polovica žiakov dosiahla úspešnosť 60,0 % a viac a rozdelila sa do 13 skupín.

Tab. 8 Prepojenie úspešnosti a percentilu žiakov v MAT14

Počet bodov	Úspešnosť %	Percentil	Počet žiakov	Počet bodov	Úspešnosť %	Percentil	Počet žiakov
0	0,0	0,0	9				
1	3,3	0,1	12	16	53,3	44,5	441
2	6,7	0,3	21	17	56,7	50,6	459
3	10,0	0,6	43	18	60,0	56,9	427
4	13,3	1,2	51	19	63,3	62,8	407
5	16,7	1,9	102	20	66,7	68,4	398
6	20,0	3,3	138	21	70,0	73,9	369
7	23,3	5,2	164	22	73,3	78,9	341
8	26,7	7,4	223	23	76,7	83,6	285
9	30,0	10,5	246	24	80,0	87,6	246
10	33,3	13,6	305	25	83,3	90,9	206
11	36,7	18,1	335	26	86,7	93,8	190
12	40,0	22,7	336	27	90,0	96,4	97
13	43,3	27,3	389	28	93,3	97,7	97
14	46,7	32,7	410	29	96,7	99,1	46
15	50,0	38,4	445	30	100,0	99,7	21

MAT14 teda lepšie rozlíšil celkove menej úspešných žiakov ako žiakov úspešnejších, čo potvrdzuje aj tvar histogramu rozloženia početností úspešností žiakov na Obr. 1.

Tab. 9 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou 25,0 % a menej v MAT14

			chlapci		dievčatá		spolu	
			počet	%	počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	voliteľne	43	8,1	38	7,1	81	15,2
		dobrovoľne	4	0,7	5	1,0	9	1,7
	SOŠ	dobrovoľne	305	57,2	138	25,9	443	83,1
spolu			352	66,0	181	34,0	533	100,0

Úspešnosť 25,0 % a menej v MAT14 dosiahlo 533 žiakov, čo bolo 7,4 % všetkých žiakov maturujúcich z matematiky. Z toho 81 žiakov GYM (1,6 % všetkých žiakov GYM riešiacich test MAT14), ktorí si vybrali matematiku ako ďalší voliteľný predmet, neúspešne vykonalo EČ MS z matematiky a musí bez ohľadu na výsledok ústnej formy internej časti MS opakovať EČ MS z matematiky, aby úspešne vykonali MS.

Pre porovnanie, úspešnosť 25,0 % a menej dosiahli aj 0,2 % žiakov GYM a 20,6 % žiakov SOŠ, ktorí všetci neúspešne vykonali EČ MS z matematiky ako dobrovoľnú skúšku. Výsledok dobrovoľnej MS sa však pri neúspešnom vykonaní nezapočítava do výsledku MS.

Tab. 10 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou 33,0 % a menej v MAT14

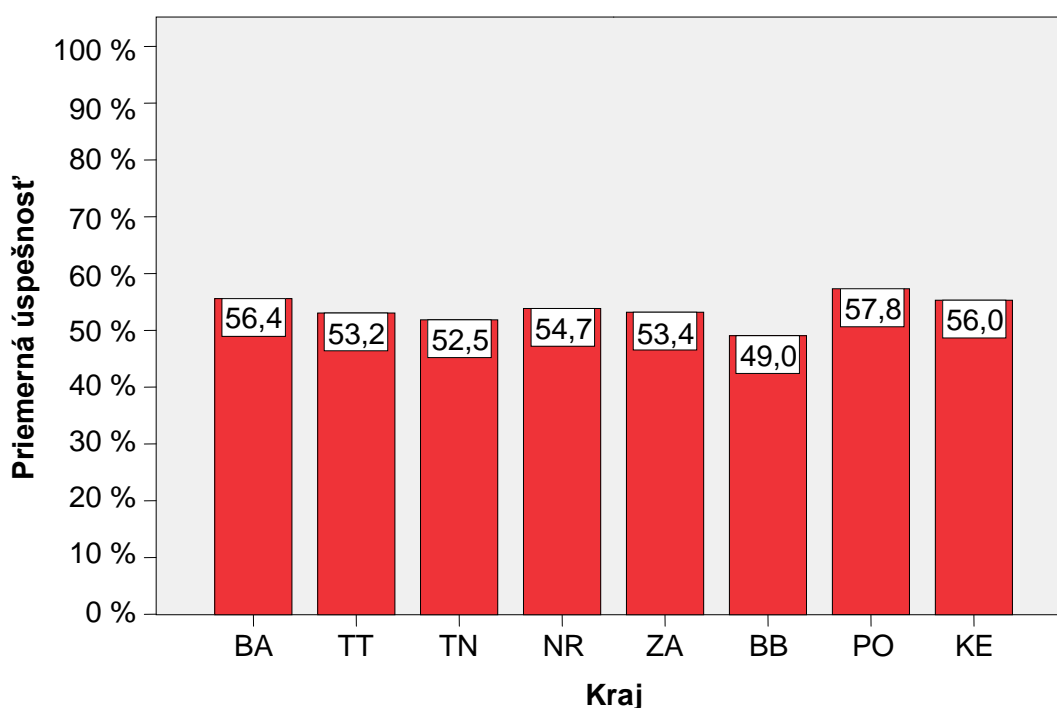
			chlapci		dievčatá		spolu	
			počet	%	počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	voliteľne	115	11,5	112	11,2	227	22,7
		dobrovoľne	8	0,8	8	0,8	16	1,6
	SOŠ	dobrovoľne	555	55,6	201	20,1	756	75,7
spolu			678	67,9	321	32,1	999	100,0

Úspešnosť viac ako 25,0 % a zároveň menej alebo rovnú 33,0 % dosiahlo 146 žiakov GYM (72 chlapcov a 74 dievčat) maturujúcich z matematiky ako ďalšieho voliteľného predmetu, čo bolo 2,9 % maturantov z GYM. Úspešné vykonanie MS z matematiky u týchto žiakov bolo podmienené hodnotením ústnej formy internej časti MS, známku nie horšou ako 3 (dobrý).

Žiak neúspešne vykoná EČ MS z matematiky ako dobrovoľného predmetu, ak v EČ MS získa 33,0 % a menej z celkového počtu bodov. Úspešnosť 33,0 % a menej v MAT14 dosiahli 0,3 % dobrovoľne maturujúcich žiakov GYM a 35,1 % maturujúcich žiakov SOŠ, čo bolo 13,9 % všetkých žiakov, ktorí sa zúčastnili RT EČ MS z matematiky.

2.2 Rozdiely vo výsledkoch

V nasledujúcich tabuľkách a grafoch prezentujeme rozdiely v priemernej úspešnosti žiakov v MAT14 podľa jednotlivých kategórií a mieru ich vecnej významnosti.



Obr. 2 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa kraja

Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov najúspešnejšieho Prešovského kraja (57,8 %) a posledného Banskobystrického kraja (49,0 %) bol len mierne vecne významný. Konštatujeme, že medzi úspešnosťami žiakov z jednotlivých krajov neboli vecne významné rozdiely.

Tab. 11 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa kraja a priemeru žiakov GYM v MAT14

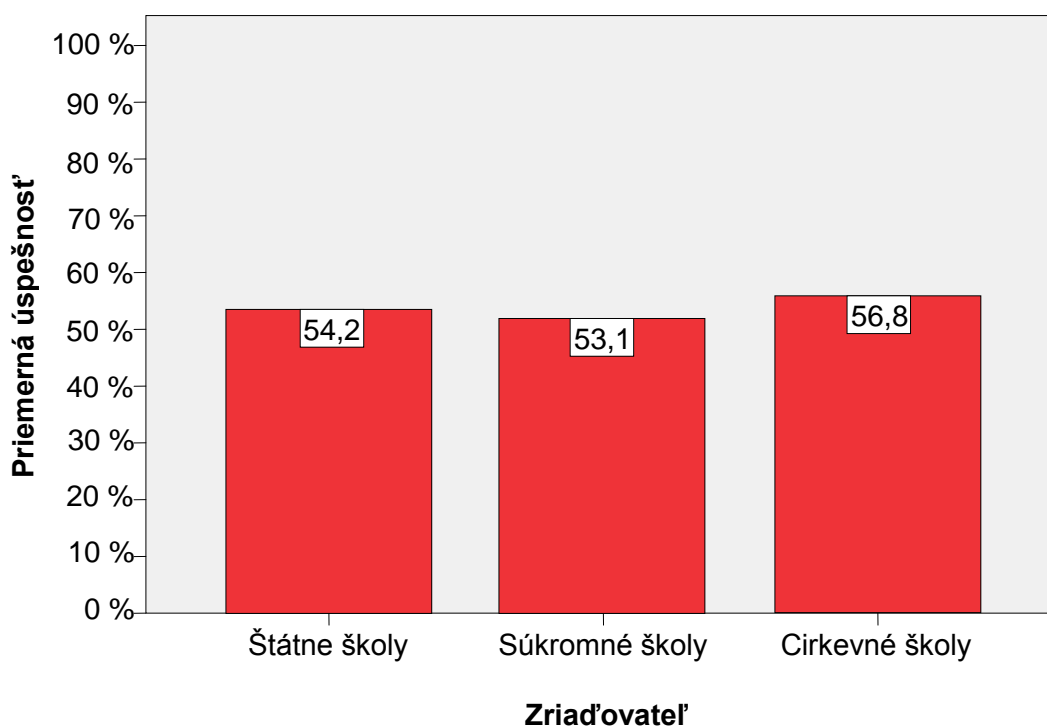
		Priemer GYM = 61,0 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	BA	785	60,5	0,448	0,027
	TT	456	59,8	0,138	0,070
	TN	442	60,4	0,463	0,035
	NR	464	61,4	0,566	0,027
	ZA	816	59,4	0,013	0,087
	BB	508	56,9	0,000	0,240
	PO	776	64,9	0,000	0,222
	KE	803	62,7	0,005	0,100

Rozdiely v priemerných úspešnostiach žiakov GYM podľa kraja neboli vecne významné, až na mierne vecne významný rozdiel medzi priemernou úspešnosťou žiakov Prešovského a Banskobystrického kraja. Priemerná úspešnosť žiakov GYM Prešovského kraja bola vyššia a žiakov GYM Banskobystrického kraja nižšia ako priemer žiakov GYM na úrovni miernej vecnej významnosti. Priemerné úspešnosti žiakov GYM ostatných krajov boli porovnateľné s priemerom žiakov GYM.

Tab. 12 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa kraja a priemeru žiakov SOŠ v MAT14

		Priemer SOŠ = 39,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	BA	164	36,7	0,046	0,156
	TT	189	37,4	0,165	0,101
	TN	244	38,2	0,405	0,053
	NR	255	42,6	0,000	0,218
	ZA	404	41,3	0,005	0,139
	BB	248	32,9	0,000	0,336
	PO	345	41,7	0,003	0,158
	KE	306	38,3	0,363	0,052

Rozdiely priemernej úspešnosti žiakov SOŠ Banskobystrického kraja a priemernej úspešnosti žiakov SOŠ Nitrianskeho, Prešovského a Žilinského kraja boli mierne vecne významné. Priemerná úspešnosť žiakov SOŠ Nitrianskeho kraja bola mierne vecne významne lepšia ako priemer žiakov SOŠ. Priemerná úspešnosť žiakov SOŠ Banskobystrického kraja bola stredne vecne významne horšia ako priemer žiakov SOŠ. Opakujúca sa výrazne nižšia priemerná úspešnosť žiakov SOŠ Banskobystrického kraja v porovnaní so žiakmi SOŠ ostatných krajov môže byť príčinou dlhodobej najnižšej priemernej úspešnosti žiakov Banskobystrického kraja v EČ MS z matematiky.



Obr. 3 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa zriaďovateľa

Vecná významnosť rozdielov priemerných úspešností žiakov škôl rôznych zriaďovateľov bola zanedbateľná, ale analýza rozdielov priemerných úspešností žiakov bola ovplyvnená značne nerovnomerným rozdelením počtu žiakov do jednotlivých skupín (Tab. 1).

Tab. 13 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa zriaďovateľa a priemeru žiakov GYM v MAT14

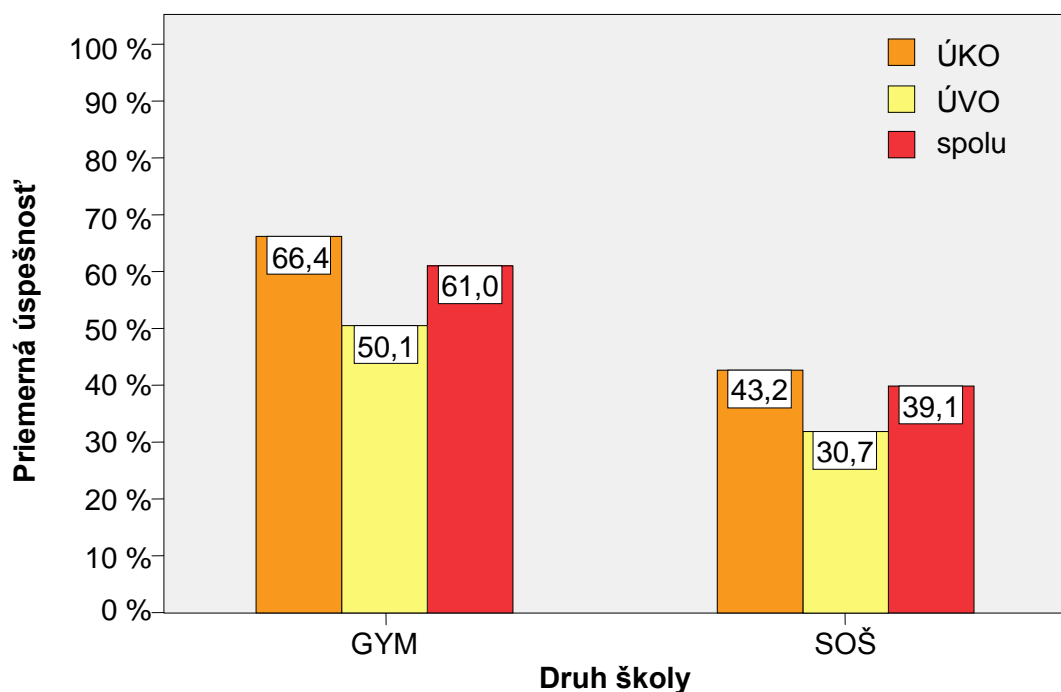
		Priemer GYM = 61,0 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	štátne školy	4 256	61,5	0,054	0,030
	súkromné školy	141	61,3	0,856	0,015
	cirkevné školy	653	57,7	0,000	0,185

Rozdiely v priemerných úspešnostiach žiakov GYM podľa zriaďovateľa neboli vecne významné. Priemerné úspešnosti žiakov GYM všetkých zriaďovateľov boli porovnateľné s priemerom žiakov GYM.

Tab. 14 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa zriaďovateľa a priemeru žiakov SOŠ v MAT14

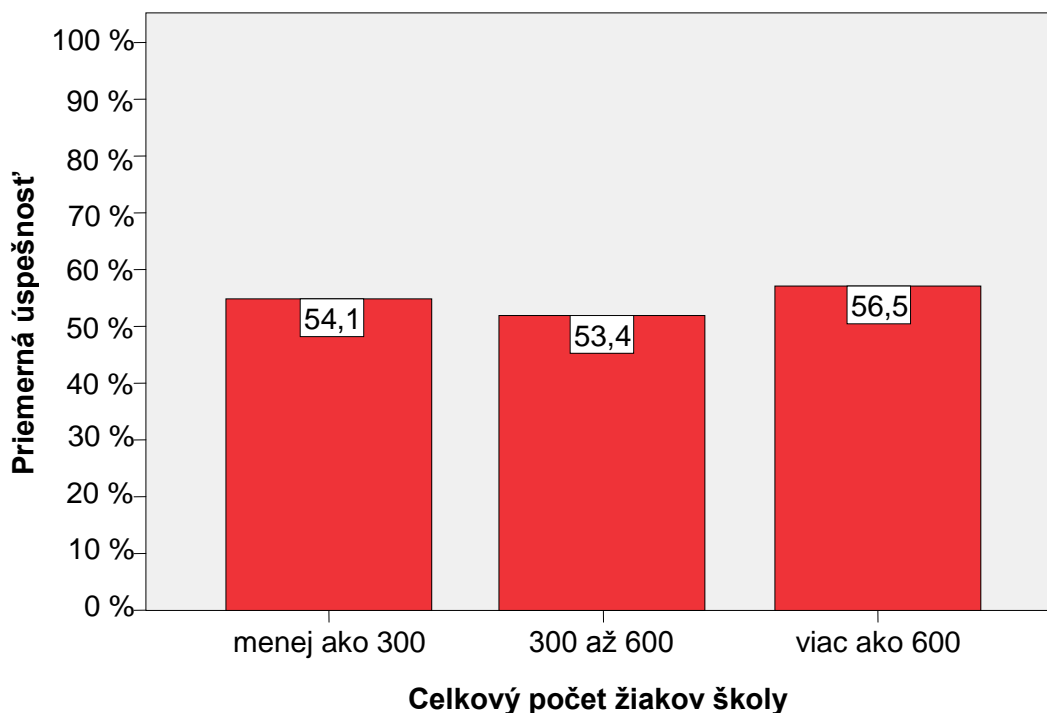
		Priemer SOŠ = 39,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	štátne školy	2 062	39,2	0,731	0,008
	súkromné školy	74	37,5	0,395	0,100
	cirkevné školy	19	28,4	0,001	0,695

Zastúpenie žiakov SOŠ podľa zriaďovateľa bolo výrazne nerovnomerné v prospech žiakov štátnych škôl (95,7 %). Priemerné úspešnosti žiakov SOŠ preto neporovnávame pre nízky počet žiakov súkromných a cirkevných SOŠ.



Obr. 4 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 a jeho častiach podľa druhu školy

Rozdiel priemernej úspešnosti 5 050 žiakov GYM (61,0 %) a 2 155 žiakov SOŠ (39,1 %) bol silne vecne významný. Priemerná úspešnosť žiakov v otvorených ÚKO bola vyššia ako priemerná úspešnosť v uzavretých ÚVO u žiakov oboch druhov stredných škôl. Celková priemerná úspešnosť všetkých žiakov v otvorených ÚKO bola 59,5 %, celková priemerná úspešnosť všetkých žiakov v uzavretých ÚVO bola 44,3 %.



Obr. 5 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa celkového počtu žiakov školy

Priemerná úspešnosť žiakov škôl s rôznym celkovým počtom žiakov bola porovnateľná. Rozdiely priemerných úspešností žiakov škôl s rozdielnym celkovým počtom žiakov neboli vecne významné.

Tab. 15 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa celkového počtu žiakov školy a priemeru žiakov GYM v MAT14

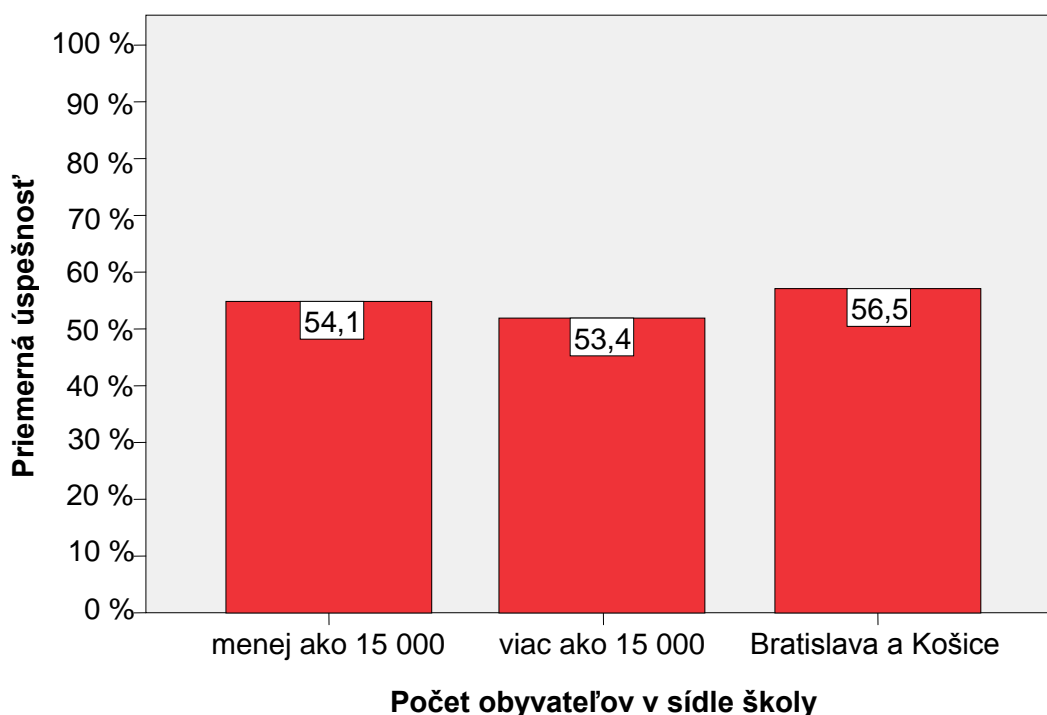
		Priemer GYM = 61,0 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	menej ako 300	1 089	58,6	0,000	0,139
	300 až 600	2 424	61,9	0,016	0,049
	viac ako 600	1 537	61,4	0,367	0,023

Rozdiely v priemerných úspešnostiach žiakov GYM s rôznym celkovým počtom žiakov školy neboli vecne významné. Priemerná úspešnosť žiakov GYM s rôznym celkovým počtom žiakov sa nelíšila od priemeru žiakov GYM.

Rozdiely v priemerných úspešnostiach žiakov SOŠ s rôznym celkovým počtom žiakov školy neboli vecne významné (Tab. 16). Priemerná úspešnosť žiakov SOŠ s celkovým počtom žiakov vyšším ako 600 bola mierne vecne významne lepšia ako priemer žiakov SOŠ. Priemerná úspešnosť žiakov ostatných SOŠ s rôznym celkovým počtom žiakov sa nelíšila od priemeru žiakov SOŠ.

Tab. 16 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa celkového počtu žiakov školy a priemeru žiakov SOŠ v MAT14

		Priemer SOŠ = 39,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	menej ako 300	355	40,6	0,072	0,095
	300 až 600	1 254	37,0	0,000	0,131
	viac ako 600	546	42,8	0,000	0,214

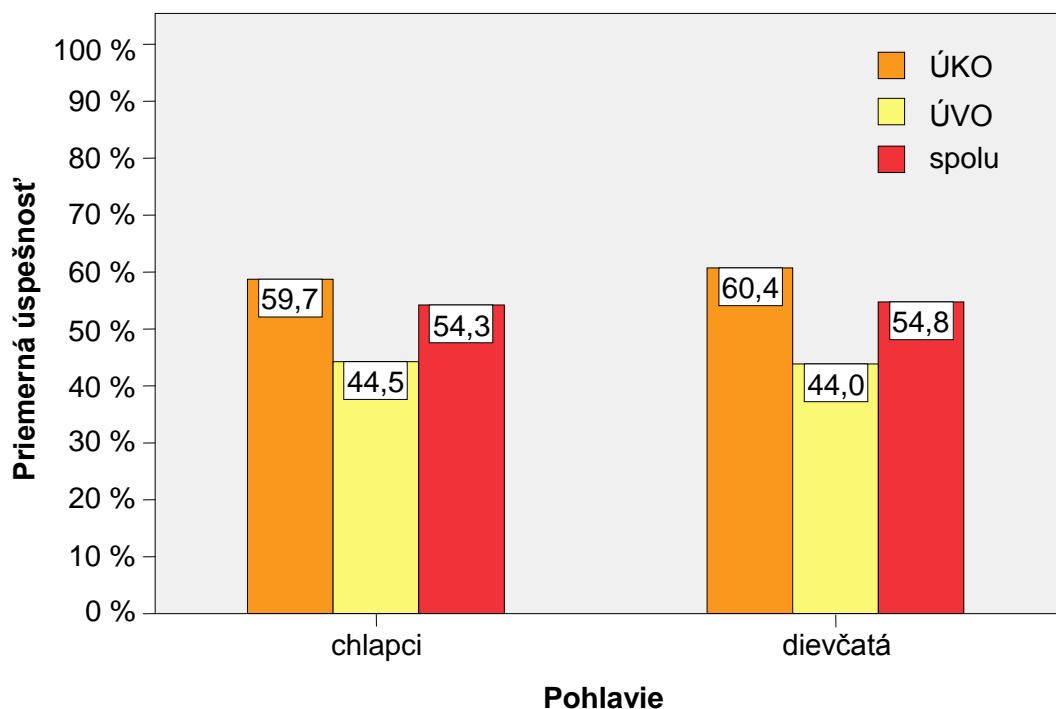


Obr. 6 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa počtu obyvateľov v sídle školy

Priemerná úspešnosť žiakov škôl s rôznym počtom obyvateľov v sídle školy bola porovnateľná. Rozdiely priemerných úspešností žiakov škôl s rozdielnym počtom obyvateľov v sídle školy neboli vecne významné.

V súvislosti so sídlom školy sme sledovali aj závislosť priemernej úspešnosti žiakov GYM a SOŠ a miery nezamestnanosti v okrese sídla školy. Zaznamenali sme mierne vecne významný rozdiel medzi priemernou úspešnosťou žiakov SOŠ a mierou nezamestnanosti v sídle školy. S rastúcou mierou nezamestnanosti v sídle školy sa mierne zvyšovala priemerná úspešnosť žiakov školy v MAT14.

Aj priemerná úspešnosť žiakov GYM sa zvyšovala so zvyšujúcou sa mierou nezamestnanosti v okrese sídla školy, ale závislosť nebola až tak vecne významná ako u žiakov SOŠ.



Obr. 7 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 a jeho častiach podľa pohlavia

Rozdiel priemerných úspešností žiakov podľa pohlavia bol zanedbateľný, priemerné výsledky chlapcov (54,3 %) a dievčat (54,8 %) boli takmer rovnaké.

Tab. 17 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa pohlavia a priemeru žiakov GYM v MAT14

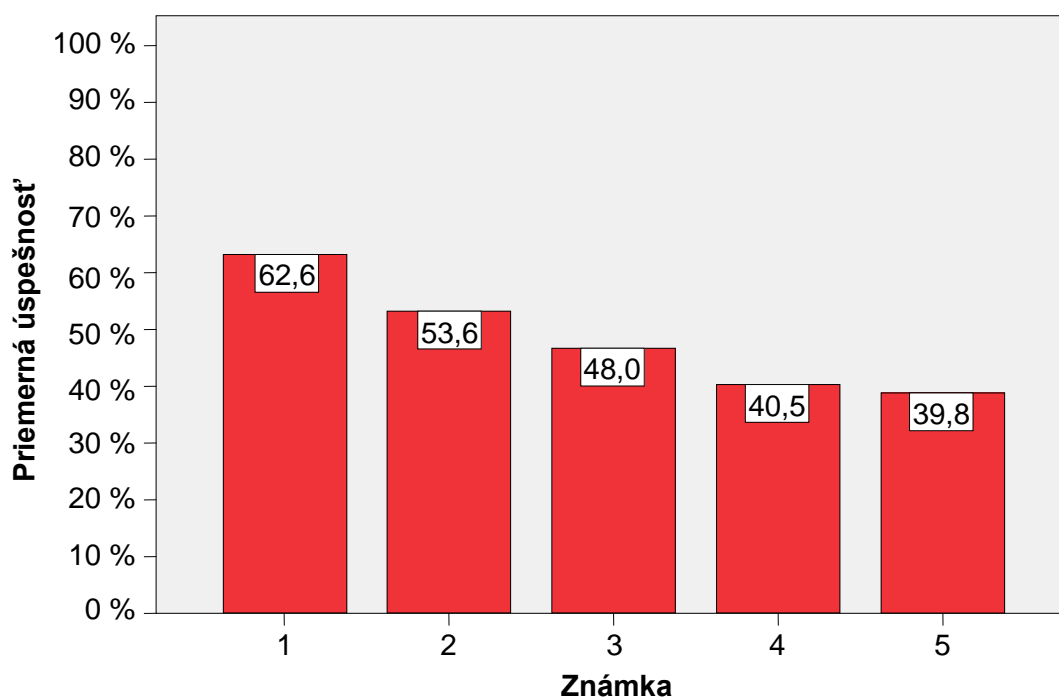
		Priemer GYM = 61,0 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	chlapci	3 014	62,2	0,000	0,069
	dievčatá	2 036	59,3	0,000	0,101

Priemerné úspešnosti chlapcov a dievčat z GYM boli porovnateľné a nelíšili sa ani od priemeru žiakov GYM.

Tab. 18 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa pohlavia a priemeru žiakov SOŠ v MAT14

		Priemer SOŠ = 39,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	chlapci	1 722	40,4	0,001	0,080
	dievčatá	433	33,8	0,000	0,319

Priemerná úspešnosť dievčat zo SOŠ bola stredne vecne významne horšia ako priemer žiakov SOŠ.



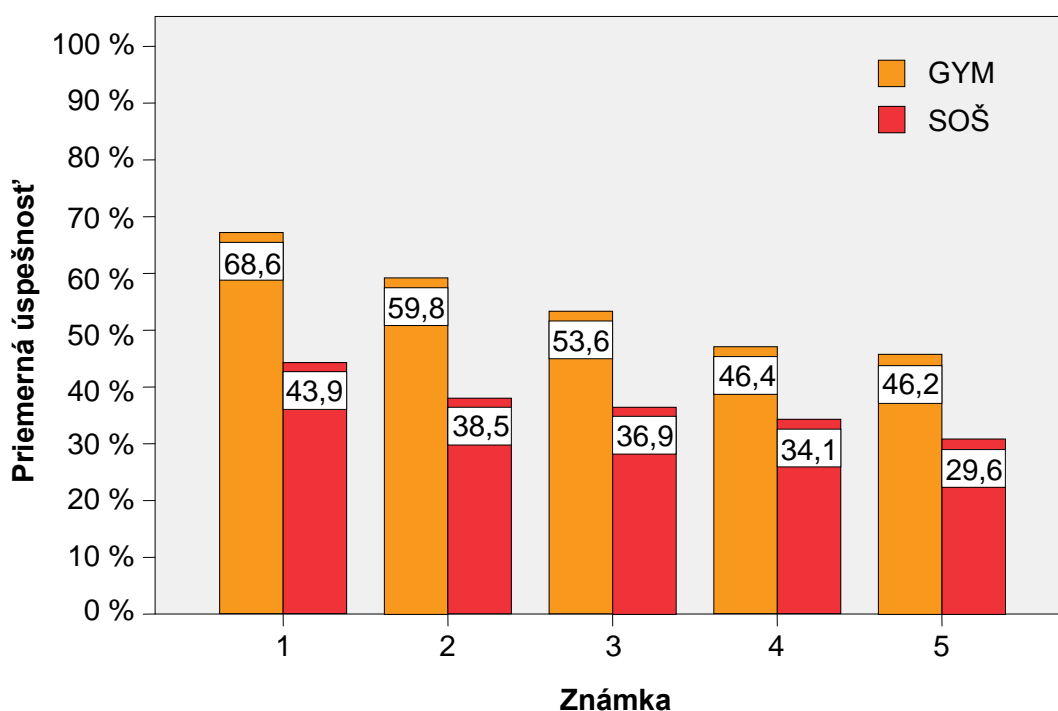
Obr. 8 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa polročnej známky z matematiky

Priemerná známka žiakov z predmetu matematika bola 2,05. Korelácia (vzájomný vzťah) medzi známkou z matematiky a úspešnosťou žiaka v MAT14 bola iba stredná ($r = 0,348$).

Priemerná úspešnosť jednotkárov bola vyššia ako národný priemer, priemerná úspešnosť žiakov s ostatnými známkami na polročnom vysvedčení z matematiky bola nižšia ako národný priemer. Napriek tomu, že test MAT14 dobre rozlíšil testovaných žiakov a splnil svoj cieľ rozlišovacieho NR testu (potvrdzujú to údaje na Obr. 1 a v Tab. 8), priemerná úspešnosť všetkých skupín žiakov rozdelených podľa známky z matematiky bola v úzkom intervale od 39,8 % do 62,6 % okolo hodnoty 50 %. Ani najlepšia skupina žiakov so známkou 1 nedosiahla vysokú priemernú úspešnosť, napríklad nad 80 %. Každá skupina podľa polročného hodnotenia z matematiky teda obsahovala žiakov s vysokou, priemernou aj nízkou úspešnosťou v teste MAT14, pričom v skupine s hodnotením 1 bolo najviac v teste celkove úspešných žiakov, naopak v skupine s hodnotením 5 bola prevaha žiakov s nízkou úspešnosťou.

Úspešné vyriešenie testu MAT14 zrejme vyžadovalo iné zloženie matematických znalostí a zručností, než aké hodnotili známkou učitelia. Vzájomný vzťah úspešnosti žiakov v MAT14 a ich známkou na polročnom vysvedčení preto treba interpretovať opatrne s prihliadnutím na vstupné údaje. Napríklad polročná známka žiaka GYM z matematiky vyjadruje podľa

učebného plánu ISCED 3A a štátneho vzdelávacieho programu hodnotenie práce žiaka na jednej hodine matematiky týždenne z vybranej časti jedného tematického celku Štatistika. Test MAT14 však vyžaduje znalosti zo všetkých tematických celkov v celom rozsahu Cielových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. Podľa inštrukcií mali žiaci uviesť známku z toho predmetu, na ktorom sa najviac pripravujú na MS z matematiky. Pravdepodobne však mnohí žiaci uviedli známku z povinného predmetu matematika, ktorý nesúvisí s prípravou žiaka na MS, keďže absolvovanie voliteľného predmetu pre žiaka nie je povinné alebo v niektorých školách nie je možné.



Obr. 9 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa známky z matematiky a druhu školy

Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 podľa známky polročného hodnotenia sa značne líšila v závislosti od druhu školy. Žiaci SOŠ dosiahli v porovnaní so žiakmi GYM s rovnakým hodnotením na polročnom vysvedčení nižšiu priemernú úspešnosť. Priemerná úspešnosť každej skupiny žiakov GYM a SOŠ, ešte aj skupín s polročnou známkou 5, bola vyššia ako 25,0 %. Priemerná úspešnosť všetkých žiakov SOŠ, okrem skupiny žiakov s hodnotením 5 (0,8 % žiakov SOŠ riešiacich test MAT14), bola v úzkom intervale od 34,1 % do 43,9 %. Posledné hodnotenie žiakov SOŠ z matematiky teda vôbec nepredikovalo úspešnosť žiakov SOŠ v MAT14. Pre všetky skupiny žiakov SOŠ bol test MAT14 takmer rovnako náročný alebo v každej skupine žiakov sa nachádzali žiaci šikovní aj menej šikovní a preto korelácia (vzájomný vzťah) medzi posledným hodnotením žiakov z matematiky a úspešnosťou žiakov SOŠ v MAT14 bola slabá ($r = 0,200$).

Úspešnosť žiakov GYM v MAT14 oveľa lepšie zodpovedala predpokladom polročného hodnotenia z matematiky. Korelácia (vzájomný vzťah) medzi známkou z matematiky a úspešnosťou v MAT14 bola u žiakov GYM vyššia, dosiahla hodnotu $r = 0,393$.

Rozdiely priemerných úspešností žiakov podľa polročného hodnotenia boli stredne vecne významné medzi jednotkármi a trojkármi a medzi jednotkármi a štvorkármi, mierne vecne významné medzi jednotkármi a dvojkármi a medzi dvojkármi a štvorkármi. Rovnako významné boli rozdiely medzi uvedenými skupinami aj v súbore žiakov GYM. U žiakov SOŠ rozdiely v priemernej úspešnosti žiakov so známkou 1 a žiakov so známkou 3 a 4 boli mierne vecne významné.

Tab. 19 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa známky z matematiky a priemeru žiakov GYM v MAT14

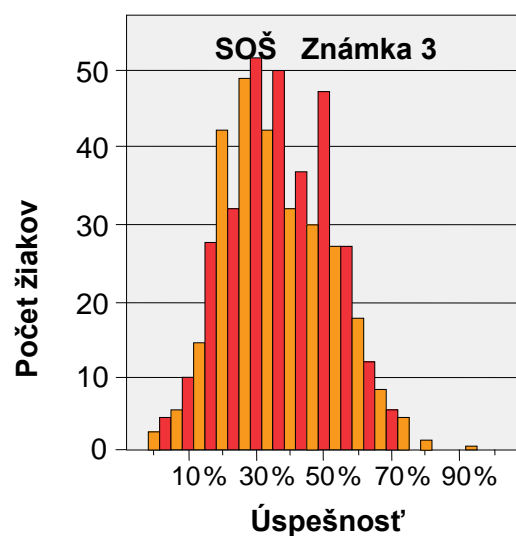
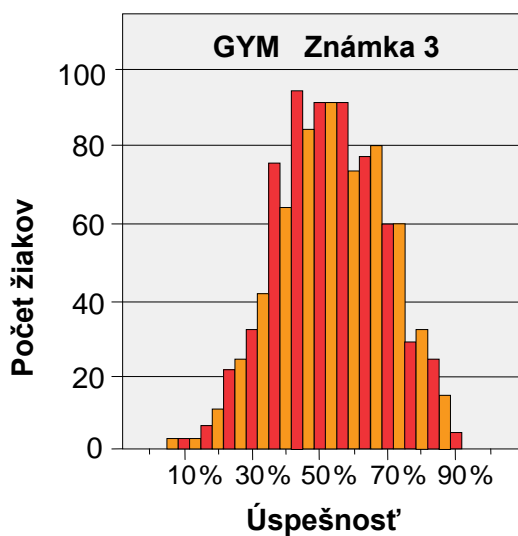
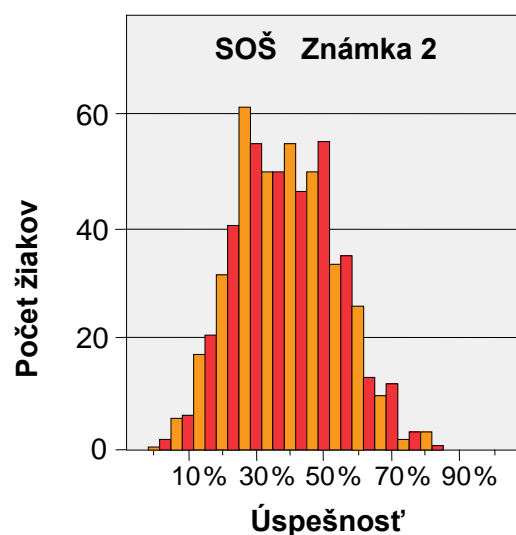
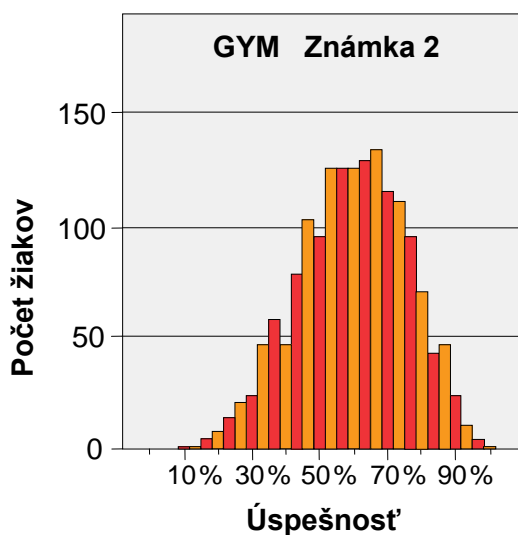
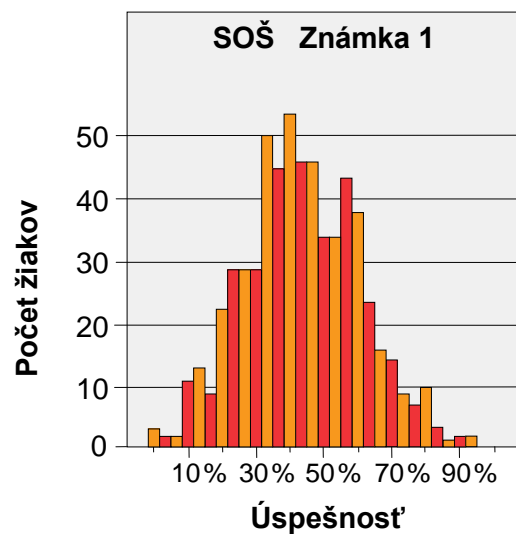
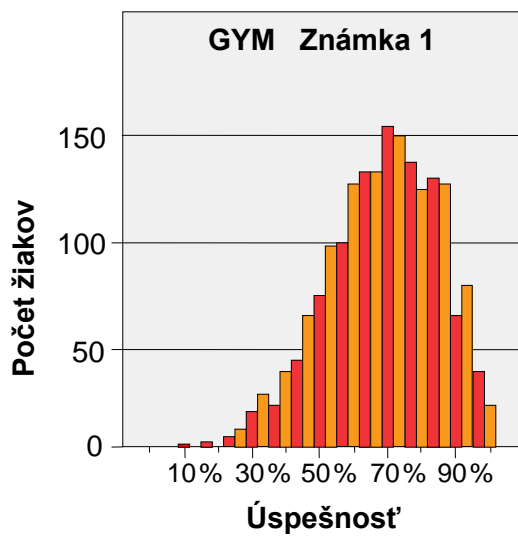
		Priemer GYM = 61,0 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	1	1 931	68,6	0,000	0,425
	2	1 670	59,8	0,003	0,073
	3	1 165	53,6	0,000	0,424
	4	252	46,4	0,000	0,695
	5	27	46,2	0,000	0,688

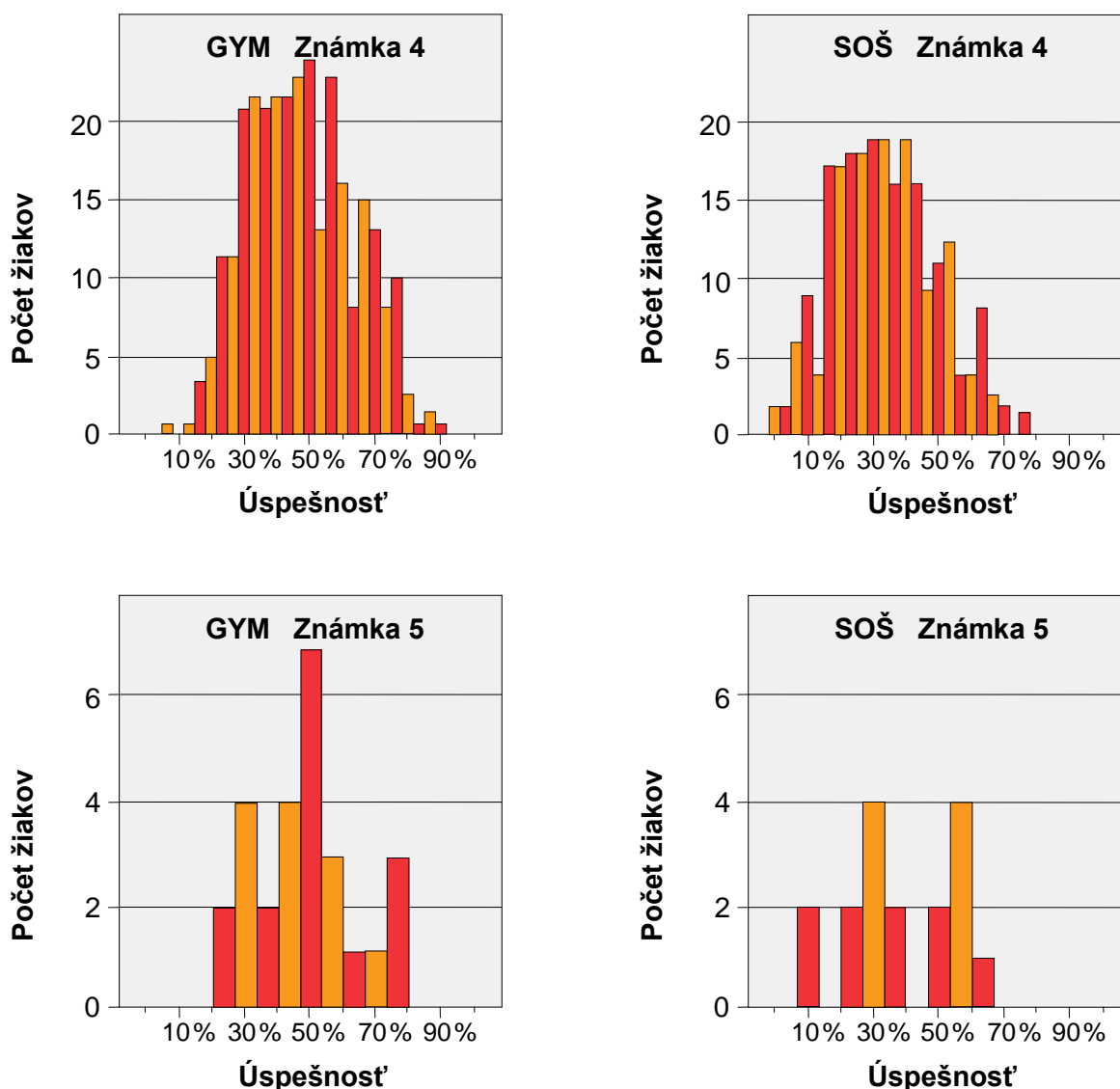
Priemerná úspešnosť žiakov GYM so známkou 1 bola stredne vecne významne lepšia, žiakov GYM so známkou 3 stredne vecne významne horšia a žiakov GYM so známkou 4 a 5 silne vecne významne horšia ako priemer žiakov GYM.

Tab. 20 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa známky z matematiky a priemeru žiakov SOŠ v MAT14

		Priemer SOŠ = 39,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	1	624	43,9	0,000	0,271
	2	693	38,5	0,304	0,039
	3	589	36,9	0,001	0,140
	4	230	34,1	0,000	0,313
	5	17	29,6	0,037	0,495

Priemerná úspešnosť žiakov SOŠ so známkou 1 bola mierne vecne významne lepšia a žiakov SOŠ so známkou 4 a žiakov SOŠ so známkou 5 stredne vecne významne horšia ako priemer žiakov SOŠ.





Obr. 10 Histogramy rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov podľa známky z matematiky a druhu školy v MAT14

Histogramy rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov v MAT14 podľa známky dokladujú veľkú variabilitu úspešností žiakov s rovnakým polročným hodnotením predmetu s matematickým zameraním. Takmer v každej skupine sa nachádzali žiaci v teste celkove úspešní aj žiaci celkove v teste menej úspešní. V skupine jednotkárov GYM aj SOŠ bola početná skupina žiakov s úspešnosťou nižšou ako 50 %, dokonca žiaci s úspešnosťou nižšou ako 33 % a 25 %. Naopak, celkove polovica žiakov s polročným hodnotením 5 (22 žiakov) dosiahla úspešnosť 50 % a viac. Úspešnosť 25 % a viac dosiahlo 92,6 % žiakov GYM so známkou 5 a 76,7 % žiakov SOŠ s rovnakým hodnotením. Maximálnu úspešnosť 100 % dosiahli iba žiaci GYM so známkou 1 a 2. Najúspešnejší žiaci SOŠ dosiahli úspešnosť 93,3 % (žiaci so známkou 1 a jeden žiak so známkou 3).

Tab. 21 Významnosť rozdielu priemernej úspešnosti žiakov v MAT14 podľa kategórií a národného priemeru

		Národný priemer = 54,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
Kraj	BA	949	56,4	0,002	0,103
	TT	645	53,2	0,135	0,059
	TN	686	52,5	0,014	0,094
	NR	719	54,7	0,621	0,018
	ZA	1 220	53,4	0,076	0,051
	BB	756	49,0	0,000	0,256
	PO	1 121	57,8	0,000	0,166
	KE	1 109	54,4	0,008	0,079
Zriaďovateľ	štátne školy	6 318	54,2	0,514	0,008
	súkromné školy	215	53,1	0,358	0,063
	cirkevné školy	672	56,8	0,001	0,133
Druh školy	GYM	5 050	61,0	0,000	0,356
	SOŠ	2 155	39,1	0,000	0,684
Celkový počet žiakov školy	menej ako 300	1 444	54,1	0,606	0,014
	300 až 600	3 678	53,4	0,003	0,048
	viac ako 600	2 083	56,5	0,000	0,113
Počet obyvateľov v sídle školy	menej ako 15 000	1 280	56,9	0,000	0,135
	viac ako 15 000	4 458	53,2	0,000	0,058
	Bratislava, Košice	1 467	56,0	0,002	0,081
Pohlavie	chlapci	4 736	54,3	0,649	0,007
	dievčatá	2 469	54,8	0,326	0,020
Známka	1	2 555	62,6	0,000	0,386
	2	2 363	53,6	0,032	0,044
	3	1 754	48,0	0,000	0,342
	4	482	40,5	0,000	0,646
	5	44	39,8	0,000	0,631

Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov Banskobystrického kraja a národného priemeru bol mierne vecne významný. Rozdiely priemerných úspešností žiakov škôl rôznych zriaďovateľov a národného priemeru neboli vecne významné. Vyššia priemerná úspešnosť žiakov GYM v porovnaní s národným priemerom bola stredne vecne významná, nižšia priemerná úspešnosť žiakov SOŠ bola silne vecne významná. Priemerné úspešnosti žiakov škôl s rôznym celkovým počtom žiakov, s rôznym počtom obyvateľov v sídle školy a priemerné výkony chlapcov a dievčat sa nelíšili od národného priemeru.

Priemerné úspešnosti jednotkárov a trojkárov sa stredne vecne významne líšili od národného priemeru, rozdiely v priemernej úspešnosti žiakov so známkou 4 a 5 a národného priemeru boli silne vecne významné.

Tab. 22 Významnosť rozdielu priemernej úspešnosti žiakov v MAT14 podľa formy štúdia a národného priemeru

		Národný priemer = 54,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
Forma štúdia	denná	7 192	54,5	0,721	0,004
	externá	13	33,8	0,000	0,868

Výsledky neinterpretujeme pre malý počet žiakov externej formy štúdia.

Tab. 23 Významnosť rozdielu priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa hlavnej skupiny odboru štúdia a národného priemeru v MAT14

		Národný priemer = 54,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
Hlavná skupina odboru štúdia	technické vedy a náuky I	975	40,3	0,000	0,657
	technické vedy a náuky II	705	40,0	0,000	0,652
	poľnohospodársko-lesnícke a veterinárne vedy a náuky	6	32,8	0,057	0,740
	zdravotníctvo	1	13,3	-	-
	spoločenské vedy, náuky a služby I	436	34,5	0,000	0,794
	spoločenské vedy, náuky a služby II	24	49,0	0,000	0,353
	vedy a náuky o kultúre a umení	8	35,4	0,020	0,752

Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov odboru spoločenských vied, náuk a služieb II a priemernej úspešnosti žiakov odborov technické vedy a náuky I, technické vedy a náuky II a spoločenské vedy, náuky a služby I bol stredne vecne významný. Odbory poľnohospodársko-lesnícke a veterinárne vedy a náuky, zdravotníctvo a vedy a náuky o kultúre a umení neboli vyhodnotené pre malý počet žiakov.

Priemerná úspešnosť žiakov odboru spoločenské vedy, náuky a služby II bola stredne vecne významne lepšia ako národný priemer. Priemerná úspešnosť žiakov odborov technické vedy a náuky I, technické vedy a náuky II a spoločenské vedy, náuky a služby I bola silne vecne významne horšia ako národný priemer.

Tab. 24 Významnosť rozdielu priemernej úspešnosti žiakov podľa dosiahnutého vzdelania po ukončení štúdia a národného priemeru v MAT14

		Národný priemer = 54,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
Dosiahnuté vzdelanie po ukončení štúdia	úplné stredné odborné s maturitou a výučným listom	313	32,8	0,000	0,824
	úplné stredné odborné s maturitou bez výučného listu (nadstavba)	15	28,9	0,000	0,861
	úplné stredné odborné s maturitou bez výučného listu	1 823	40,3	0,000	0,654

Priemerná úspešnosť žiakov, ktorí po ukončení štúdia dosiahli úplné stredné odborné vzdelanie s maturitou a výučným listom a aj bez výučného listu bola silne vecne významne horšia ako národný priemer.

3 Výsledky položiek testu RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia CTT

3.1 Porovnanie variantov testu

Zo štatistických vyhodnotení vyplýva, že administrácia variantov testu 2106 a 2403 bola proporčná zo všetkých hľadísk (kraj, zriaďovateľ, druh školy, celkový počet žiakov školy, počet obyvateľov v sídle školy, pohlavie). Porovnateľné boli aj dosiahnuté priemerné úspešnosti žiakov a reliability variantov testu (Cronbachovo alfa).

Tab. 25 Porovnanie variantov testu MAT14

		Počet administrovaných testov	Priemerná úspešnosť %	Štandardná odchýlka	Cronbachovo alfa
Variant	2106	3 611	54,7	19,8	0,851
	2403	3 594	54,2	19,9	0,852

Vecná významnosť rozdielov obťažností zodpovedajúcich položiek podľa variantu testu bola zanedbateľná. Poradie úloh v teste teda nemalo vplyv na úspešnosť ich riešenia žiakmi a preto považujeme varianty testu MAT14 za ekvivalentné. V nasledujúcich štatistických vyhodnoteniach, v ktorých sledujeme vlastnosti jednotlivých položiek, sme na štatistické spracovanie použili zástupný variant 2106, ktorému zodpovedá aj číslovanie položiek.

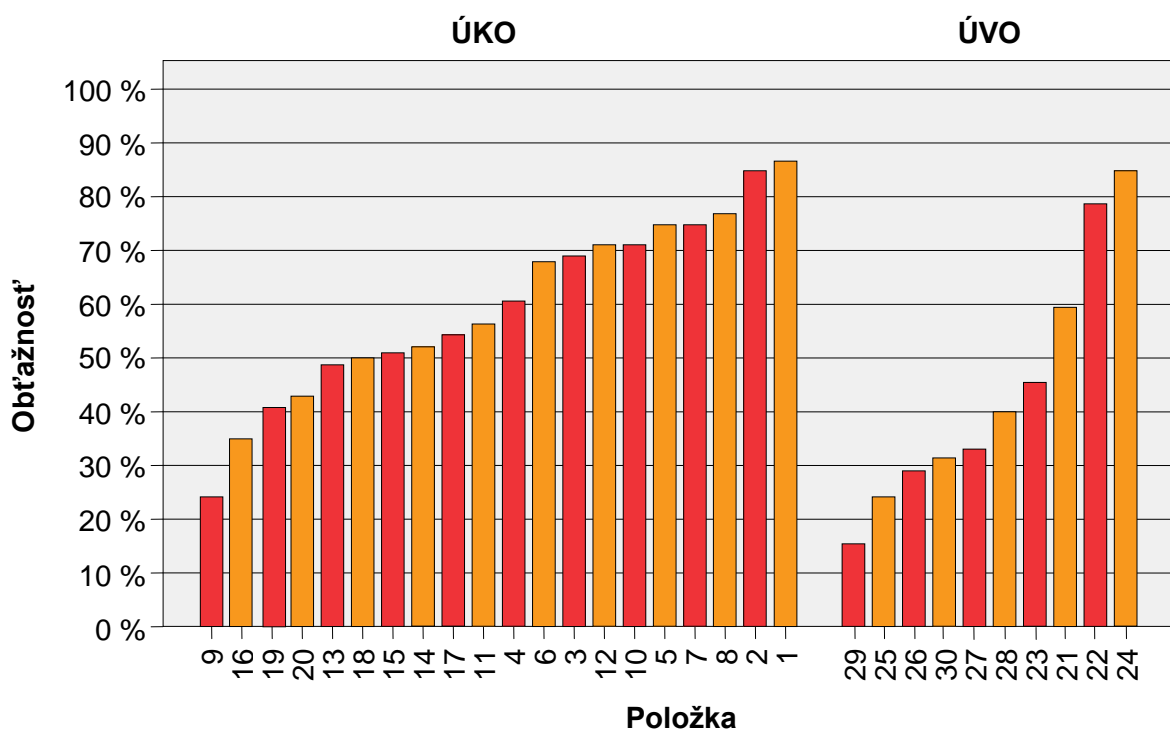
3.2 Obťažnosť položiek

Test podľa štatistického vyhodnotenia obsahoval tri veľmi ľahké úlohy (č. 1, 2 a 24), deväť ľahkých úloh (č. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 a 22), desať stredne obťažných úloh (č. 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21 a 23), sedem obťažných úloh (č. 9, 16, 25, 26, 27, 28 a 30) a jednu veľmi obťažnú úlohu (č. 29). Usporiadanie položiek vzostupne podľa hodnoty obťažnosti znázorňuje Obr. 11.

Žiaci boli najúspešnejší v úlohách z rôznych oblastí matematiky, ktorých riešenie sa dalo získať krátkym, jednoduchým výpočtom (č. 1 – určiť počet fotografií podľa zadaných údajov, č. 5 – určiť koeficient člena výrazu po úprave a zjednodušení, č. 7 – určiť neznáme číslo na základe deliteľnosti, č. 8 – vypočítať vzdialenosť priesečníkov grafu kvadratickej funkcie s osou x). Úspešní boli aj pri riešení úloh z planimetrie, v ktorých potrebovali vypočítať dĺžku strany útvaru (č. 24 – určiť výšku rebríka využitím Pytagorovej vety), obsah útvaru (č. 2 – zistiť obsah vyznačeného útvaru v štvorcovej sieti) alebo objem telesa (č. 6 – pomocou objemu vzduchu v miestnostiach bytu vypočítať výkon klimatizačného zariadenia).

S nižšou úspešnosťou žiaci riešili rôzne úlohy o funkciách (č. 13 – zistiť číslo z definičného oboru funkcie, č. 15 – určiť súradnicu priesečníka grafov dvoch funkcií, č. 23 – určiť rovnice asymptot grafu lineárnej lomenej funkcie) a slovné úlohy (č. 11 – vypočítať hmotnosť zlata potrebného na výrobu reklamného predmetu, č. 14 – zistiť počet účastníkov šachového turnaja, č. 17 – určiť počet guľôčok v osudí podľa zadanej pravdepodobnosti).

Najnižšiu úspešnosť žiaci dosiahli v geometrických výpočtových úlohách (č. 16 – vypočítať šírku rámu obrazu, č. 20 – vypočítať vzdialenosť pomocou trigonometrie vo všeobecnom trojuholníku, č. 25 – určiť smernicu osi úsečky danej dvoma bodmi s využitím analytickej geometrie, č. 27 – vypočítať objem kužeľa), vo výpočtových úlohách s využitím nákresu alebo obrázka (č. 9 – vypočítať veľkosť uhla priamky a roviny v kocke, č. 19 – určiť koeficienty v predpise lineárnej funkcie, č. 26 – zistiť počet rovín s požadovanou vlastnosťou v kocke) a v úlohe z teórie čísel (č. 29 – určiť pravdivostnú hodnotu výrokov o číselných oboroch).



Obr. 11 Obťažnosť položiek v jednotlivých častiach testu MAT14 – 2106 (položky sú usporiadané vzostupne podľa hodnoty obťažnosti)

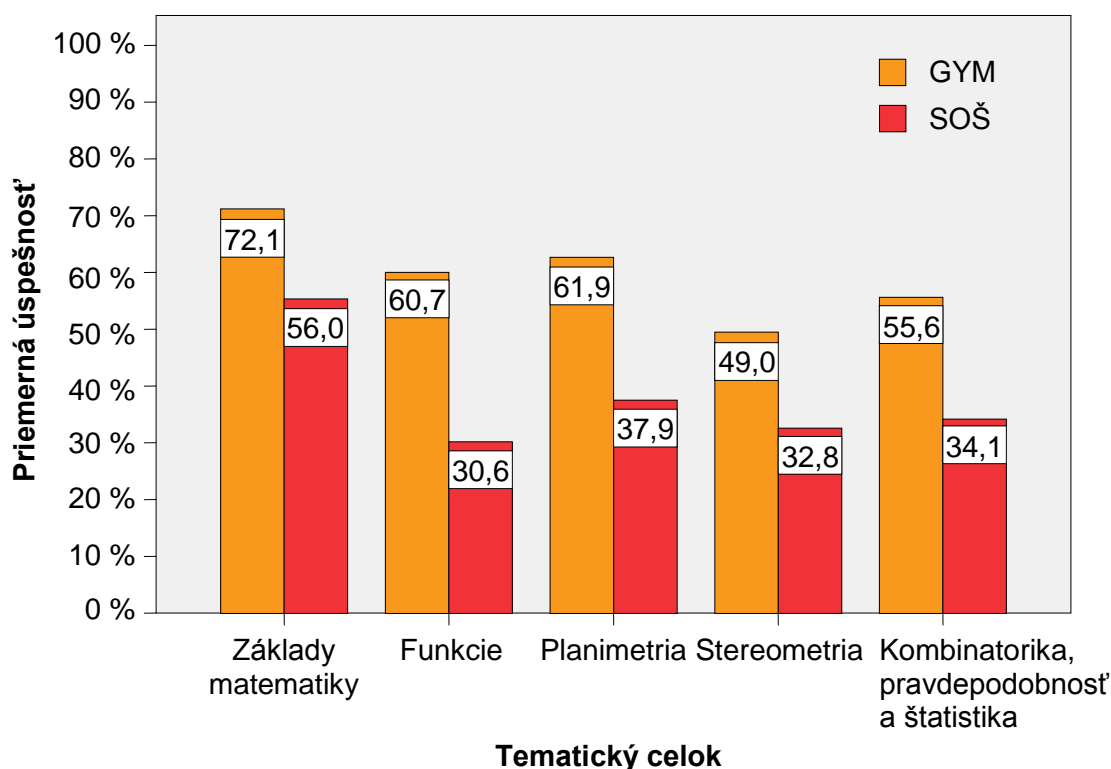
3.2.1 Obťažnosť položiek podľa tematického celku

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.

Tab. 26 Rozdelenie položiek testu MAT14 – 2106 podľa tematického celku

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

Najvyššiu priemernú úspešnosť žiaci dosiahli v tematických celkoch Základy matematiky (67,3 %), Planimetria (54,7 %) a Funkcie (51,7 %), nasledovali celky Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika (49,2 %) a Stereometria (44,2 %).



Obr. 12 Priemerná úspešnosť žiakov MAT14 – 2106 podľa tematického celku a druhu školy

Žiaci GYM dosiahli lepšie výsledky ako žiaci SOŠ vo všetkých tematických celkoch na úrovni strednej vecnej významnosti rozdielov priemerných úspešností.

Tab. 27 Charakteristiky položiek tematického celku Základy matematiky testu MAT14 – 2106

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiadnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
1.	1.4 Riešenie slovnej úlohy	zložitejšia	ľahká	88,3
3.	1.4 Sústava dvoch lineárnych rovníc	zložitejšia	stredná	69,0
5.	1.2 Úprava výrazu s mocninami	jednoduchá	ľahká	74,5
7.	1.3 Deliteľnosť prirodzených čísel	zložitejšia	stredná	75,0
10.	1.4 Lineárna nerovnica so zlomkami	zložitejšia	stredná	71,6
22.	1.3 Počet čísel s danou vlastnosťou	zložitejšia	stredná	79,6
29.	1.2 Vlastnosti číselných oborov	zložitejšia	stredná	15,6

Úspešnosť žiakov v položkách tematického celku Základy matematiky zodpovedala kognitívnej náročnosti a obťažnosti položiek. Žiaci SOŠ dosiahli oveľa nižšiu úspešnosť ako žiaci GYM v položkách č. 3, 5 a 10 vyžadujúcich algebraickú zručnosť pri riešení rovníc a úpravách výrazov.

Úloha č. 29 zaskočila väčšinu žiakov svojou netradičnosťou. Úlohu správne vyriešil iba každý šiesty žiak GYM a každý jedenásty žiak SOŠ. Predpokladáme, že veľa žiakov úlohy z teórie čísel počas stredoškolského štúdia neriešilo a počas prípravy na maturitu sa nevenovali ani vlastnostiam číselných oborov.

Tab. 28 Charakteristiky položiek tematického celku Funkcie testu MAT14 – 2106

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiadnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
8.	2.2 Graf kvadratickej funkcie	zložitejšia	stredná	76,9
12.	2.4 Počet členov geom. postupnosti	jednoduchá	stredná	71,4
13.	2.1 Inverzná funkcia k lin. funkcii	zložitejšia	stredná	48,6
15.	2.4 Priesečník grafov funkcií	zložitejšia	ľahká	51,1
19.	2.2 Predpis lineárnej funkcie	zložitejšia	náročná	40,6
23.	2.3 Asymptoty lin. lomenej funkcie	jednoduchá	stredná	46,5
30.	2.5 Graf zloženej goniom. funkcie	zložitejšia	náročná	30,5

Dosiadnutá priemerná obťažnosť úloh tematického celku Funkcie zodpovedala rôznej obťažnosti a kognitívnej náročnosti úloh zaradených do testu.

Pri úlohách tematického celku Funkcie sme zaznamenali najväčší rozdiel v úspešnosti riešenia medzi žiakmi GYM a SOŠ. Žiaci GYM riešili všetky úlohy o funkciách (okrem úlohy č. 30) s úspešnosťou vyššou ako 50,0 %. Žiaci SOŠ riešili všetky úlohy tematického celku Funkcie (okrem úloh č. 8 a č. 12) s úspešnosťou nižšou ako 25,0 %.

Úlohy č.13 a 19 odhalili u žiakov SOŠ nedostatočné vedomosti a zručnosti pri riešení úloh o lineárnej funkcii, pričom lineárna funkcia je považovaná za najjednoduchšiu funkciu, s ktorou sa žiaci počas štúdia oboznámia. Ukazuje sa, že presunutie budovania pojmu funkčnej závislosti a učiva o lineárnej funkcii zo štátneho vzdelávacieho programu predmetu matematika pre základné školy do štátneho vzdelávacieho programu stredných škôl nebolo najšťastnejším riešením, pretože zrejme počas stredoškolského štúdia, najmä v SOŠ, sa tejto oblasti nevenuje dostatok času a pozornosti.

Úlohy o funkciách č. 13, 15 a 19, vyžadujúce algebraický výpočet, dosiahli popri výpočtových úlohách z planimetrie najväčšiu neriešenosť, najmä u žiakov SOŠ.

Tab. 29 Charakteristiky položiek tematického celku Planimetria testu MAT14 – 2106

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
2.	3.1 Obsah útvaru v štvorcovej sieti	zložitejšia	stredná	85,9
4.	3.3 Množina bodov danej vlastnosti	jednoduchá	ľahká	60,5
16.	3.1 Šírka rámu obrazu	tvorivá	stredná	36,1
18.	3.2 Kružnica opísaná obdĺžniku	zložitejšia	náročná	50,3
20.	3.1 Sínusová veta	tvorivá	náročná	42,1
24.	3.1 Pytagorova veta	zložitejšia	stredná	85,8
25.	3.2 Smernica osi úsečky	zložitejšia	stredná	24,5

Žiaci GYM riešili položky tematického celku Planimetria podľa predpokladov autorov testu, s oveľa vyššou priemernou úspešnosťou ako žiaci SOŠ. Nízku priemernú úspešnosť a vysokú neriešenosť dosiahli žiaci SOŠ pri riešení položiek č. 16, 18 a 20, vyžadujúcich algebraické výpočty. Z nízkej priemernej obťažnosti jednoduchej a ľahkej úlohy č. 4 o množine bodov s danou vlastnosťou usudzujeme, že niektorí žiaci nepochopili zadanie a nepoznali uvedený pojem.

V úlohe č. 16 sme zaznamenali nedôslednosť a nepozornosť mnohých žiakov pri interpretácii pojmu „šírka rámu obrazu“. Žiaci, ktorí správne vypočítali výsledok úlohy a teda správne pochopili zadanie úlohy („olejomaľba tvaru obdĺžnika je vložená do rámu s rovnakou šírkou po celom obvode olejomaľby“), pri zapísaní odpovede na otázku: „vypočítajte šírku rámu olejomaľby“ uviedli súčet dĺžky olejomaľby a dvoch širok rámu. Ten istý pojem „šírka rámu“ v rámci jednej úlohy teda pochopili dvomi rôznymi spôsobmi.

Nedôslednosť a nepozornosť pri čítaní zadania a výbere odpovede sme zaznamenali aj pri úlohe č. 25. Zadaním úlohy bolo vypočítať smernicu osi úsečky. Napriek tomu, že slovo „osi“ bolo v zadaní úlohy zvýraznené podčiarknutím, až 37,0 % žiakov úlohu nedoriešilo do konca a ako odpoveď uviedlo nie smernicu osi úsečky, ale smernicu samotnej úsečky.

Tab. 30 Charakteristiky položiek tematického celku Stereometria testu MAT14 – 2106

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
6.	4.5 Objem miestností tvaru kvádra	tvorivá	stredná	68,5
9.	4.4 Veľkosť uhla priamky a roviny	zložitejšia	stredná	24,6
11.	4.5 Povrch zložitejšieho telesa	zložitejšia	stredná	56,3
27.	4.5 Objem kužeľa	zložitejšia	náročná	32,2
28.	4.2 Vzdialenosť bodu a priamky	zložitejšia	náročná	39,9

Zo Stereometrie bola pre žiakov najnáročnejšia úloha č. 9 vyžadujúca výpočet veľkosti uhla priamky a roviny v kocke s využitím goniometrickej funkcie v pravouhlom trojuholníku. Úlohu správne vyriešilo 31,8 % žiakov GYM a 7,9 % žiakov SOŠ. Predpokladáme, že najväčšou prekážkou v riešení úlohy bola identifikácia uhla, ktorého veľkosť bolo treba vypočítať.

Úloha č. 6 pre žiakov nebola náročná. Problémom však bol zápis správne vypočítaného výsledku v tvare desatinného čísla s neukončeným desatinným rozvojom do odpovedového hárka. Zadanie vyžadovalo uvedenie výsledku vo wattoch. Všeobecné pokyny k zápisu vypočítaného výsledku, ktoré sú uvedené na zadnom liste testového zošita a ústne o nich žiakov informoval administrátor pred začiatkom riešenia úloh testu, vyžadovali zaokrúhlenie výsledku na dve desatinné miesta v prípade, ak vypočítaný výsledok obsahuje viac desatinných miest. Po vyhodnotení odpovedí žiakov sme zaznamenali výsledky, ktoré vychádzali zo správne vypočítaného výsledku, ale boli uvedené iba v celých wattoch, v celých kilowattoch alebo v kilowattoch zaokrúhlených na desatiny. Žiaci, ktorí žiadali o uznanie uvedených výsledkov ako správnych, argumentovali ukázkami cenníkov reálnych klimatizačných zariadení, v ktorých bol výkon zariadenia uvedený v tvare, v akom ho uviedli vo svojej odpovedi. Paradoxne, každý vedel doložiť informáciu o výkone klimatizačného zariadenia v takom tvare, v akom ho uviedol v odpovedovom hárku. Pri zostavovaní úlohy sme si boli vedomí rôznorodosti zápisu výkonu klimatizačných zariadení v reálnych cenníkoch a preto sme neuvádzali špeciálne požiadavky na zápis odpovede pre žiakov a ponechali v platnosti všeobecné pokyny platiace pre zápis vypočítaných výsledkov.

Tab. 31 Charakteristiky položiek tematického celku Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika testu MAT14 – 2106

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
14.	5.1 Počet účastníkov turnaja	jednoduchá	stredná	52,5
17.	5.1 Pravdepodobnosť ťahu guľôčky	zložitejšia	stredná	54,3
21.	5.2 Priemerná výška žiakov triedy	zložitejšia	stredná	59,1
26.	5.1 Počet rovín v kocke	tvorivá	stredná	29,2

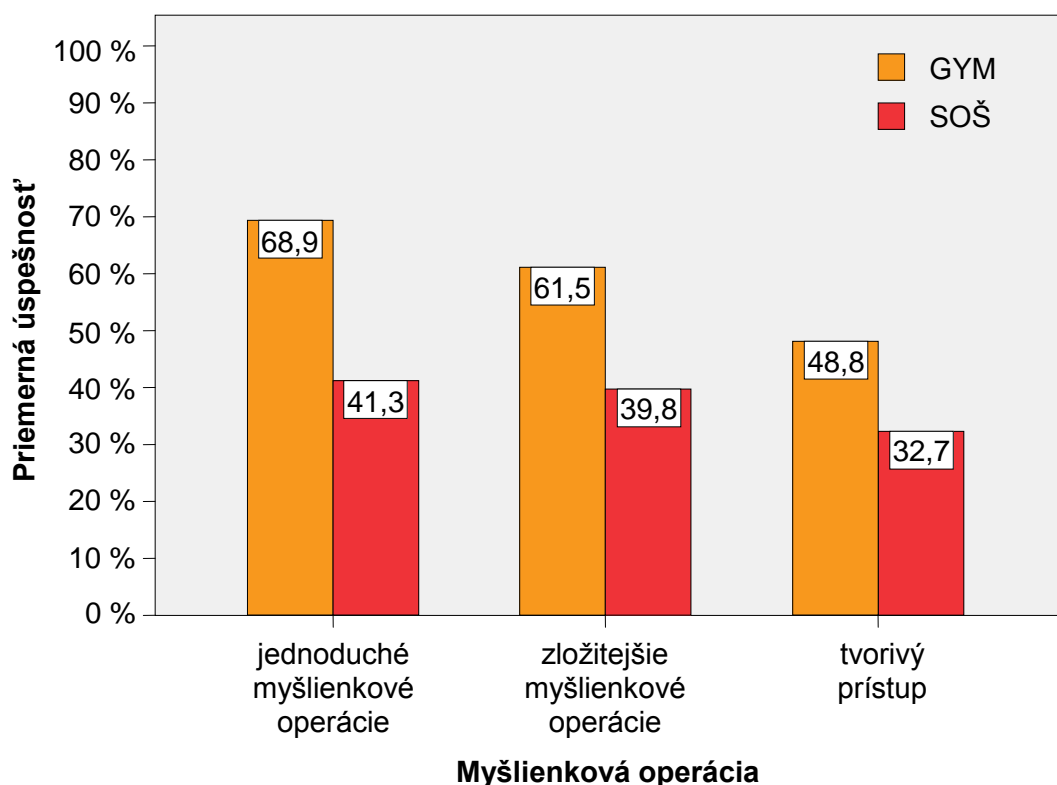
Úlohy tematického celku Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika žiaci riešili s priemernou úspešnosťou. Najnižšiu priemernú úspešnosť žiaci dosiahli v úlohe č. 26, ktorú bolo možné vyriešiť kombinatoricky aj geometricky načrtnutím rovín v nákrese kocky.

3.2.2 Obťažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie

V teste MAT14 bolo podľa predpokladu autorov testu päť položiek vyžadujúcich jednoduché myšlienkové operácie (č. 4, 5, 12, 14 a 23), dvadsaťjeden položiek vyžadujúcich zložitejšie myšlienkové operácie (č. 1 – 3, 7 – 11, 13, 15, 17 – 19, 21, 22, 24, 25 a 27 – 30) a štyri položky vyžadujúce tvorivý prístup (č. 6, 16, 20 a 26).

Tab. 32 Významnosť rozdielu priemerných úspešností žiakov podľa myšlienkovej operácie a druhu školy v MAT14 – 2106

Myšlienková operácia	Celková priemerná úspešnosť %	Vecná významnosť rozdielu priemerných úspešností žiakov GYM a SOŠ
jednoduché myšlienkové operácie	60,6	0,447
zložitejšie myšlienkové operácie	55,0	0,495
tvorivý prístup	44,0	0,268



Obr. 13 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT14 – 2106 podľa myšlienkovej operácie a druhu školy

Priemerná úspešnosť žiakov v úlohách testu MAT14 s rastúcou náročnosťou myšlienkových operácií, potrebných na úspešné vyriešenie úlohy, klesala. Zastúpenie úloh vyžadujúcich od žiaka zložitejšie myšlienkové operácie bolo v rozlišovacom NR teste dominantné. Vecná významnosť rozdielov priemerných úspešností žiakov GYM a SOŠ, zohľadňujúca nerovnomerné rozdelenie počtu úloh podľa náročnosti myšlienkového operácie, bola stredne vecne významná pri úlohách vyžadujúcich jednoduché a zložitejšie myšlienkové operácie a mierne vecne významná pri úlohách vyžadujúcich tvorivý prístup.

3.2.3 Obťažnosť položiek podľa druhu školy

Vecná významnosť rozdielov obťažností položiek podľa druhu školy bola stredná (9 položiek), mierna (8 položiek), veľmi mierna (9 položiek) až žiadna (4 položky). Usporiadanie položiek podľa klesajúcej miery vecnej významnosti rozdielov obťažností podľa druhu školy uvádza Tab. 33.

Tab. 33 Obťažnosť položiek MAT14 – 2106 podľa druhu školy, vecná významnosť rozdielov

Položka	Obťažnosť %		Vecná významnosť
	GYM	SOŠ	
5.	85,1	49,6	0,373
8.	87,1	53,0	0,371
13.	60,7	20,2	0,371
18.	62,0	22,9	0,358
4.	71,5	34,8	0,343
15.	62,2	25,0	0,340
19.	51,4	15,4	0,335
3.	78,4	46,9	0,312
23.	56,4	23,3	0,304
20.	51,6	20,0	0,293
9.	31,8	7,9	0,255
24.	91,6	72,2	0,255
21.	66,5	41,9	0,230
30.	37,2	14,8	0,223
10.	78,0	56,8	0,215
17.	61,2	38,0	0,214
14.	59,5	36,3	0,212
25.	29,4	12,9	0,175
28.	45,6	26,8	0,175
2.	89,4	77,7	0,154
27.	36,9	21,3	0,153
22.	83,3	71,1	0,139
26.	33,1	20,3	0,128
29.	18,4	9,0	0,119
11.	59,7	48,4	0,104
1.	90,4	83,4	0,101
16.	38,8	29,9	0,085
6.	70,9	62,8	0,081
7.	73,3	78,8	0,058
12.	73,1	67,6	0,056

Všetky položky testu MAT14 boli pre žiakov SOŠ obťažnejšie ako pre žiakov GYM, najmä úlohy, v ktorých bolo potrebné uskutočniť zložitejší výpočet s premennými a parametrami (č. 3, 5 a 15), úlohy vyžadujúce znalosti o funkciách (č. 8, 13, 19 a 23) a výpočtové úlohy z geometrie (č. 9, 18, 20 a 24).

Sedemnást' položiek testu MAT14 bolo pre žiakov GYM ľahkých až veľmi ľahkých. Naopak, jedenásť položiek testu bolo pre žiakov SOŠ obťažných a šesť položiek až veľmi obťažných. V tretine položiek testu boli žiaci GYM aspoň dvojnásobne úspešnejší ako žiaci SOŠ. Konštatujeme, že test MAT14 bol pre žiakov SOŠ obťažný, žiaci naň neboli dostatočne pripravení.

3.2.4 Obťažnosť položiek podľa pohlavia

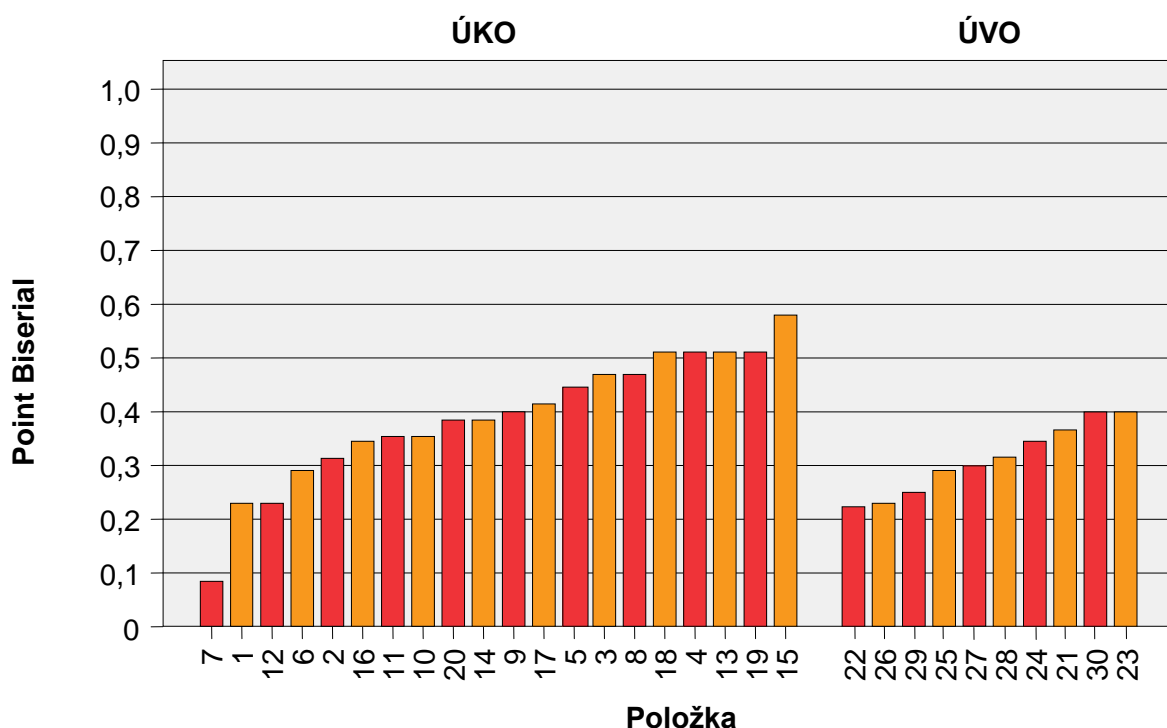
Vecná významnosť rozdielov obťažností položiek podľa pohlavia bola veľmi mierna (3 položky) až žiadna (27 položiek). Usporiadanie položiek podľa klesajúcej hodnoty vecnej významnosti rozdielov obťažností podľa pohlavia je zaznamenané v Tab. 34.

Chlapci dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť ako dievčatá v šiestnástich položkách, v ostatných štrnástich položkách boli úspešnejšie dievčatá. Najväčší rozdiel v úspešnosti riešenia úloh podľa pohlavia v prospech chlapcov bol v úlohách, v ktorých bolo možné zistiť správny výsledok okrem cieleného výpočtu aj pokusným hľadaním a overovaním možných výsledkov, aj s pomocou kalkulačky (č. 7, 12 a 17) a v úlohách využívajúcich priestorovú predstavivosť a tvorbu stratégie riešenia (č. 6, 11 a 28). Dievčatá boli úspešnejšie v úlohách vyžadujúcich prácu s premennými (č. 5 a 18) a vo výpočtových úlohách s predpismi funkcií (č. 8, 13 a 23).

Tab. 34 Obťažnosť položiek MAT14 – 2106 podľa pohlavia a vecná významnosť rozdielov

Položka	Obťažnosť %		Vecná významnosť
	chlapci	dievčatá	
13.	44,3	56,8	0,118
12.	75,0	64,7	-0,108
5.	71,3	80,6	0,101
7.	77,9	69,3	-0,095
18.	47,1	56,4	0,088
8.	74,5	81,6	0,080
20.	39,4	47,4	0,077
11.	58,7	51,7	-0,067
23.	44,1	50,9	0,065
21.	61,4	54,7	-0,064
3.	66,9	73,0	0,062
17.	56,4	50,2	-0,059
28.	41,2	37,4	-0,037
6.	69,5	66,5	-0,031
16.	37,0	34,3	-0,028
9.	25,4	23,1	-0,026
24.	85,1	87,0	0,026
26.	30,1	27,7	-0,025
15.	50,3	52,6	0,023
2.	85,6	86,6	0,015
14.	53,0	51,6	-0,014
22.	79,4	80,2	0,009
27.	32,5	31,6	-0,009
10.	71,4	72,1	0,007
1.	88,2	88,6	0,006
4.	60,6	60,2	-0,004
29.	15,7	15,4	-0,004
30.	30,6	30,3	-0,004
25.	24,4	24,6	0,003
19.	40,7	40,5	-0,002

3.3 Korelácia položiek so zvyškom testu



Obr. 14 Point Biserial položiek v jednotlivých častiach testu MAT14 – 2106 (položky sú usporiadané vzostupne podľa hodnoty *P. Bis.*)

Jedna položka testu MAT14 dosiahla kladnú hodnotu *P. Bis.* nižšiu ako kritická hodnota 0,20, osem položiek hodnotu medzi 0,20 a 0,30, zvyšných dvadsaťjeden položiek vyhovujúcu hodnotu *P. Bis.* vyššiu ako 0,30. Z nich dvanásť položiek dosiahlo hodnotu *P. Bis.* vyššiu alebo rovnú 0,40. Najvyššia dosiahnutá hodnota bola 0,58. Znamená to, že test bol reliabilný a vnútorne konzistentný, položky medzi sebou korelovali a merali rovnakú vlastnosť. Správne odpovede na položky s najvyššou hodnotou *P. Bis.* uvádzali väčšinou žiaci v teste celkove úspešní a naopak, úspešnosť žiaka v týchto položkách podmieňovala celkovú úspešnosť žiaka v teste.

Položka č. 1 dosiahla nízku hodnotu *P. Bis.*, pretože bola pre všetkých žiakov veľmi ľahká. Správnu odpoveď uviedlo 88,3 % žiakov. Položky č. 7 a 12 dosiahli nízku hodnotu *P. Bis.*, pretože boli pre všetky skupiny žiakov približne rovnako obťažné. Správnu odpoveď bolo možné určiť aj pokusným dosadzovaním a overovaním správnosti riešenia, čo zrejme využili najmä žiaci v teste celkove menej úspešní.

Všetky ostatné ÚKO dosiahli vyhovujúcu hodnotu *P. Bis.* vyššiu ako 0,30.

Najvyššiu hodnotu *P. Bis.* spomedzi ÚKO dosiahla položka č. 15. Dobre rozlíšila všetky skupiny žiakov podľa celkovej úspešnosti v teste, pretože k jej správne vyriešeniu bolo potrebné ovládať vlastnosti dvoch druhov funkcií a preukázať aj zručnosť pri riešení rovnice.

Pri ÚVO (položky č. 21 až 30) sa osobitne vyhodnotil *P. Bis.* každej ponúkanej odpovede.

Tab. 35 Analýza distraktorov položky č. 21 testu MAT14 – 2106

č. 21	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	- 0,07	- 0,32	- 0,11	0,37	- 0,02	- 0,07
Podiel žiakov	0,02	0,37	0,01	0,59	0,01	0,00
Počet žiakov	73	1 332	43	2 135	25	3

Žiaci, ktorí správne vyriešili úlohu č. 21, si volili odpoveď (D). Správnu odpoveď (D) uviedlo 59 % testovaných žiakov. Podľa hodnoty *P. Bis.* 0,37 to boli najmä žiaci v teste celkove úspešní.

Žiaci v teste celkove menej úspešní si volili distraktory (A), (B) (C) a (E). Až 37 % žiakov si zvolilo distraktor (B). Určili aritmetický priemer výšok piatich dievčat, aritmetický priemer výšok pätnástich chlapcov bol uvedený v zadaní a následne odpoveď na úlohu vypočítali ako aritmetický priemer dvoch hodnôt – vypočítanej priemernej výšky dievčat a priemernej výšky chlapcov. Neuvedomili si, že počet chlapcov a dievčat nie je rovnaký. Podľa hodnoty *P. Bis.* - 0,32 takto chybné postupovali najmä žiaci v teste celkove menej úspešní.

Tab. 36 Analýza distraktorov položky č. 22 testu MAT14 – 2106

č. 22	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	- 0,07	0,22	- 0,13	- 0,13	- 0,10	- 0,05
Podiel žiakov	0,06	0,80	0,03	0,03	0,08	0,00
Počet žiakov	218	2 876	109	112	288	8

Žiaci, ktorí správne postupovali pri riešení úlohy č. 22, si volili odpovede (A), (B) alebo (E). Správnu odpoveď (B) si vybrali až štyri pätiny testovaných žiakov. Podľa hodnoty *P. Bis.* 0,22 to boli najmä žiaci v teste celkove úspešní, aj keď medzi nimi boli aj menej úspešní žiaci. Žiaci, ktorí boli nepozorní pri čítaní zadania úlohy a do počtu hľadaných čísel zahrnuli aj jednociferné čísla, si volili odpoveď (A). Žiaci, ktorí ako vyhovujúce čísla určili iba dvojciferné čísla zakončené číslicou 4 alebo iba dvojciferné čísla končiacie sa číslicou 6, uviedli odpoveď (E). V oboch prípadoch to boli žiaci v teste celkove menej úspešní.

Tab. 37 Analýza distraktorov položky č. 23 testu MAT14 – 2106

č. 23	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	- 0,14	- 0,22	0,40	- 0,10	- 0,09	- 0,07
Podiel žiakov	0,10	0,22	0,46	0,12	0,08	0,01
Počet žiakov	370	796	1 678	416	302	49

Úlohu č. 23 riešilo správnym postupom 58 % žiakov, ktorí si volili odpovede (C) alebo (D). Správnu odpoveď (C) si volilo 46 % žiakov, podľa vysokej hodnoty *P. Bis.* 0,40 takmer výlučne v teste celkove úspešných. Ostatní, v teste menej úspešní žiaci, pri určovaní predpisov rovníc asymptot vymenili neznáme x a y a preto si zvolili distraktor (D).

Žiaci, ktorí nesprávne postupovali pri určovaní rovnice vodorovnej asymptoty ako nulovej hodnoty čitateľa zlomku v predpise funkcie, si volili distraktory (A) alebo (B). Podľa hodnôt *P. Bis.* to boli najmä žiaci v teste celkove menej úspešní.

Tab. 38 Analýza distraktorov položky č. 24 testu MAT14 – 2106

č. 24	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	0,35	- 0,22	- 0,20	- 0,11	- 0,11	- 0,06
Podiel žiakov	0,86	0,04	0,04	0,02	0,03	0,00
Počet žiakov	3 098	158	161	68	120	6

Takmer všetci žiaci riešiaci test MAT14 určili na úlohu č. 24 správnu odpoveď (A). Zvyšných 14 % v teste celkove menej úspešných žiakov si volilo niektorý z distraktorov.

Tab. 39 Analýza distraktorov položky č. 25 testu MAT14 – 2106

č. 25	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	- 0,04	0,29	- 0,21	0,03	- 0,16	- 0,07
Podiel žiakov	0,11	0,24	0,19	0,37	0,07	0,01
Počet žiakov	407	883	674	1 354	263	30

Žiaci, ktorí riešili úlohu č. 25 správnym postupom, si volili odpovede (B) a (D). Správnu odpoveď (B) určila necelá štvrtina testovaných žiakov, väčšinou žiaci v teste celkove úspešní. Ostatní žiaci, aj niekoľkí v teste celkove úspešní, riešiaci úlohu správnym postupom, boli nepozorní pri čítaní zadania, úlohu nedopočítali do konca a ako odpoveď uviedli nie smernicu osi úsečky, ale iba smernicu samotnej úsečky v distraktore (D). Žiakov voliacich distraktor (D) bolo dokonca viac ako žiakov, ktorí si vybrali správnu odpoveď (B).

Žiaci, ktorí urobili pri výpočte smerníc numerickú chybu pri odčítaní, si volili distraktory (A), (C) alebo (E) podľa toho, či určovali smernicu osi úsečky alebo iba samotnej úsečky.

Tab. 40 Analýza distraktorov položky č. 26 testu MAT14 – 2106

č. 26	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	- 0,09	- 0,10	- 0,12	0,23	- 0,01	- 0,06
Podiel žiakov	0,05	0,10	0,17	0,29	0,38	0,00
Počet žiakov	189	379	601	1 056	1 369	17

Správnu odpoveď (D) na položku č. 26 určilo 29 % žiakov. Žiaci, ktorí postupovali správne, ale každú rovinu započítali dvakrát, si zvolili distraktor (B).

Najviac žiakov, medzi nimi aj žiaci v teste celkove úspešní, si volilo distraktor (E). Táto skupina žiakov úlohu riešila zrejme nie kombinatoricky, ale graficky hľadáním vhodných rovín v nákrese kocky. Žiaci však zabudli zakresliť dve roviny v jednom zo smerov kocky.

Tab. 41 Analýza distraktorov položky č. 27 testu MAT14 – 2106

č. 27	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	0,30	- 0,10	- 0,04	- 0,18	0,00	- 0,06
Podiel žiakov	0,32	0,20	0,16	0,22	0,09	0,02
Počet žiakov	1 162	706	584	791	311	57

Necelá tretina žiakov, najmä v teste celkove úspešná, si volila správnu odpoveď (A). Päťina žiakov, v teste celkove menej úspešná, zrejme úlohu riešila správne, ale pri výpočte objemu kužeľa v poslednej fáze riešenia úlohy nevydelila objem číslom 3.

Niekoľko žiakov, v teste celkove úspešnejších, zlákal distraktor (E). Početnosť voľby ostatných distraktorov (B), (C) a (D) bola porovnateľná. Volili si ich najmä žiaci v teste celkove menej úspešní.

Tab. 42 Analýza distraktorov položky č. 28 testu MAT14 – 2106

č. 28	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	0,31	- 0,13	- 0,10	- 0,06	- 0,13	- 0,06
Podiel žiakov	0,40	0,18	0,17	0,10	0,13	0,01
Počet žiakov	1 442	662	624	378	468	37

Žiaci, v teste celkove úspešní, si vybrali správnu odpoveď (A) na úlohu č. 28. Žiaci, v teste celkove menej úspešní, si volili niektorý z distraktorov.

Tab. 43 Analýza distraktorov položky č. 29 testu MAT14 – 2106

č. 29	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	0,01	0,25	0,00	- 0,15	- 0,06	- 0,05
Podiel žiakov	0,02	0,16	0,31	0,39	0,11	0,00
Počet žiakov	69	563	1 135	1 426	407	11

Správnu odpoveď (B) na položku č. 29 si volilo iba 16 % žiakov, podľa hodnoty *P. Bis* väčšinou žiaci v teste celkove úspešnejší.

Takmer dvojnásobne atraktívnejší ako správna odpoveď (B) bol pre žiakov distraktor (C). Podľa hodnoty *P. Bis* distraktor (C) volili čiastočne aj žiaci v teste celkove úspešnejší. Žiaci medzi uvedenými piatimi tvrdeniami z oblasti teórie čísel a vlastností číselných oborov okrem správneho tvrdenia V1 identifikovali ešte jedno z ostatných štyroch tvrdení ako správne.

Distraktory (D) a (E) volili žiaci v teste celkove menej úspešní, ktorí identifikovali až tri alebo štyri správne tvrdenia.

Tab. 44 Analýza distraktorov položky č. 30 testu MAT14 – 2106

č. 30	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	- 0,19	- 0,06	- 0,06	0,40	- 0,16	- 0,05
Podiel žiakov	0,20	0,06	0,15	0,31	0,27	0,01
Počet žiakov	732	232	552	1 102	971	22

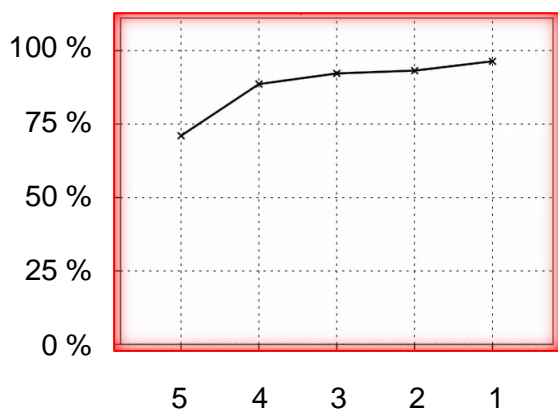
Správnu odpoveď (D) na úlohu č. 30 určila necelá tretina žiakov, v teste celkove úspešných.

Žiaci v teste celkove menej úspešní si volili niektorý z distraktorov. Najatraktívnejšie boli distraktory (A) a (E).

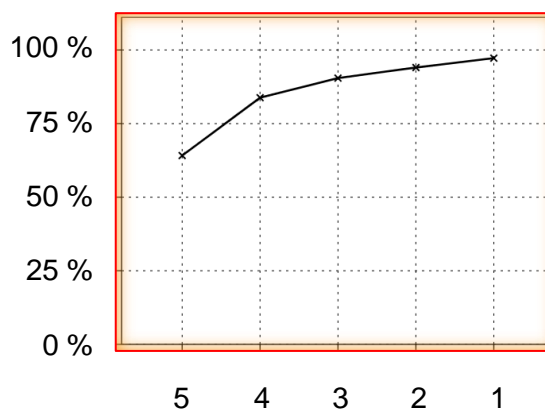
3.4 Distribúcia úspešností a citlivosť položiek

Na nasledujúcom Obr. 15 sú zobrazené grafy distribúcie úspešností žiackych odpovedí jednotlivých položiek podľa výkonnostných skupín a hodnota citlivosti položiek.

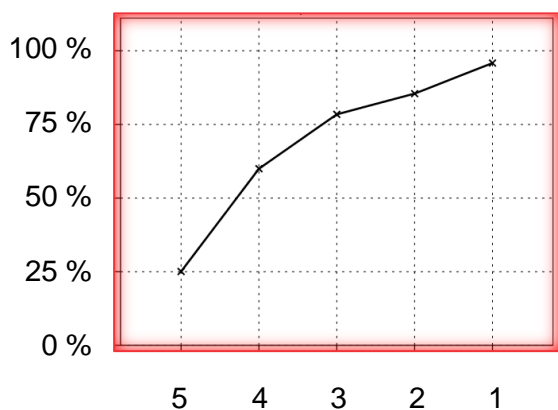
Položka č. 01 Citlivosť 25,3 %



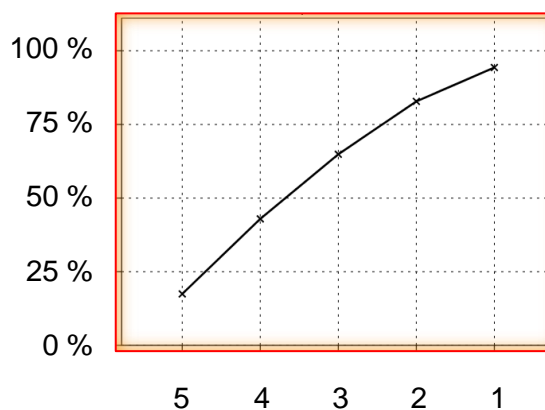
Položka č. 02 Citlivosť 33,1 %



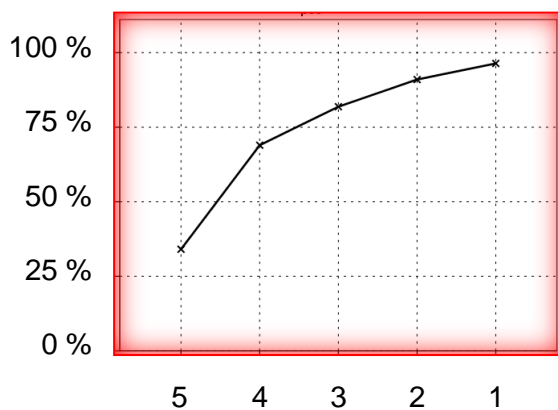
Položka č. 03 Citlivosť 70,8 %



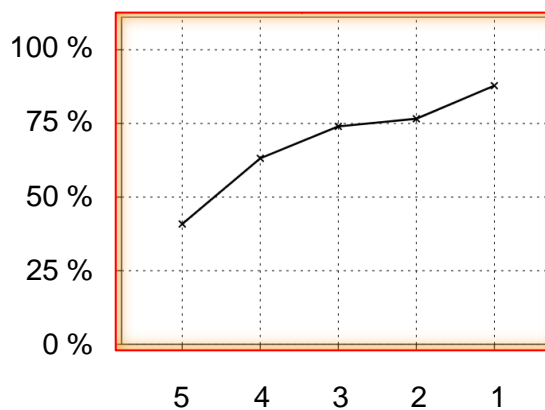
Položka č. 04 Citlivosť 76,9 %



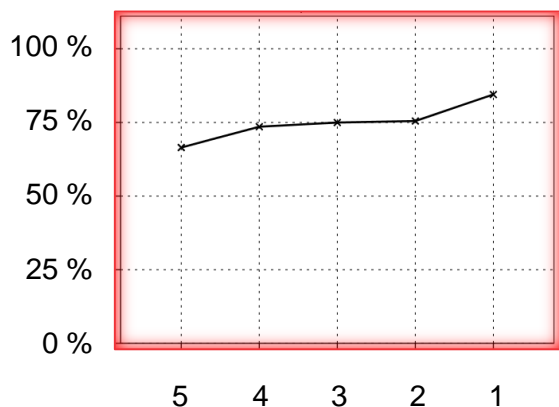
Položka č. 05 Citlivosť 62,3 %



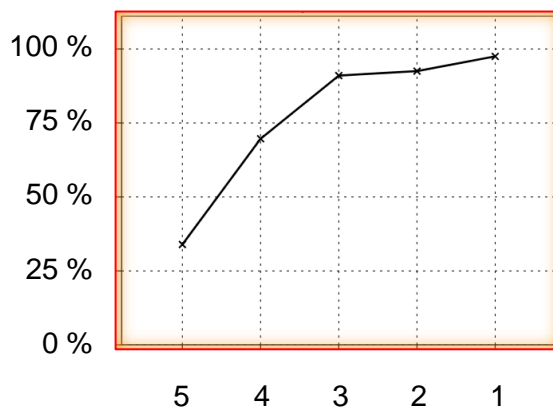
Položka č. 06 Citlivosť 47,0 %



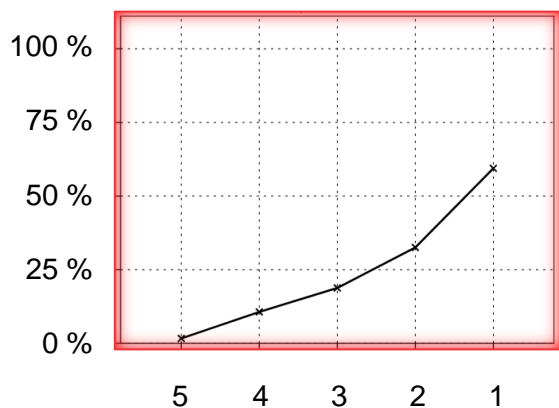
Položka č. **07** Citlivosť 18,0 %



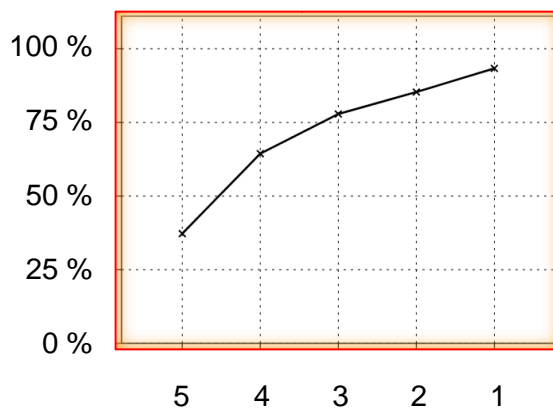
Položka č. **08** Citlivosť 63,6 %



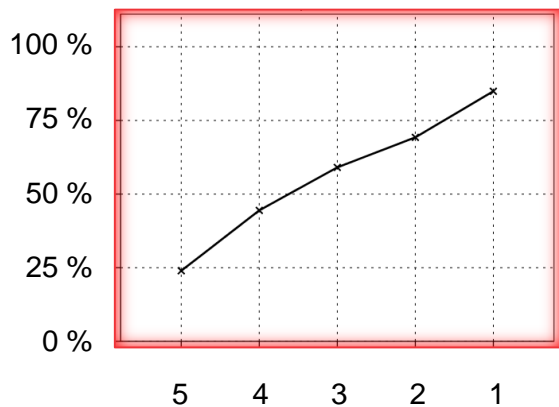
Položka č. **09** Citlivosť 57,8 %



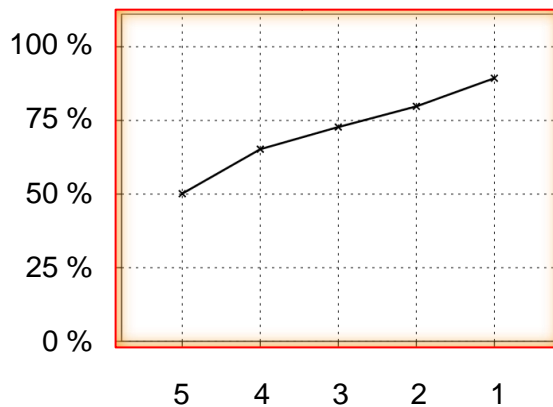
Položka č. **10** Citlivosť 56,1 %



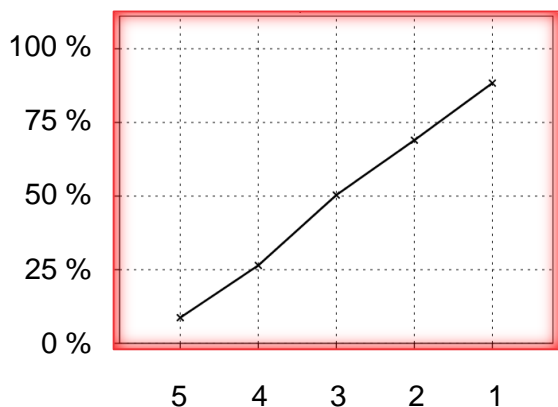
Položka č. **11** Citlivosť 60,9 %



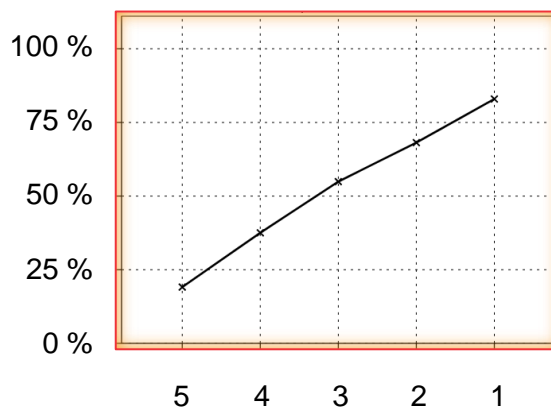
Položka č. **12** Citlivosť 39,2 %



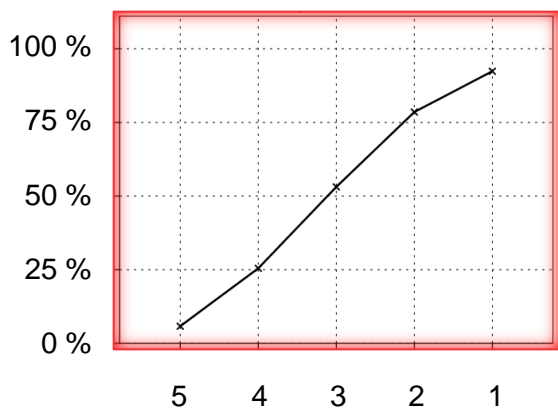
Položka č. 13 Citlivosť 79,6 %



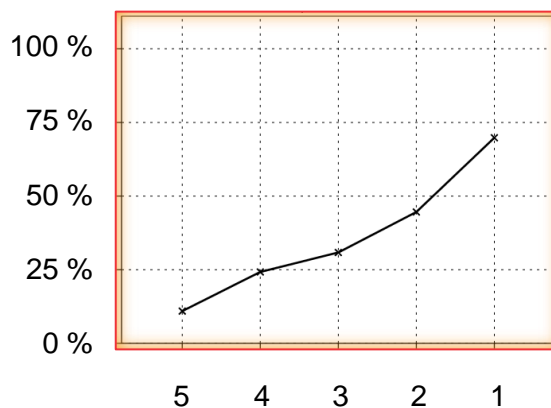
Položka č. 14 Citlivosť 63,9 %



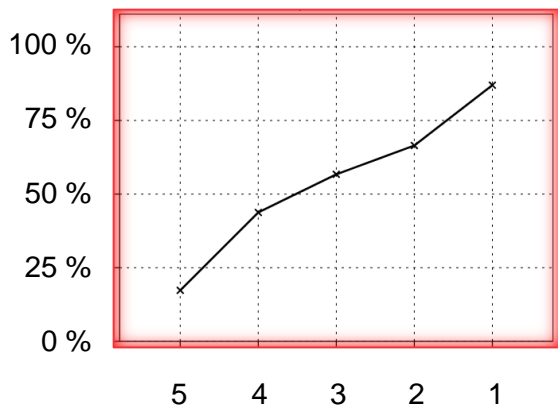
Položka č. 15 Citlivosť 86,6 %



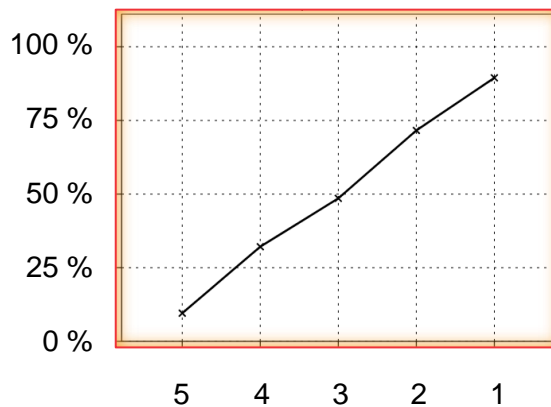
Položka č. 16 Citlivosť 58,9 %



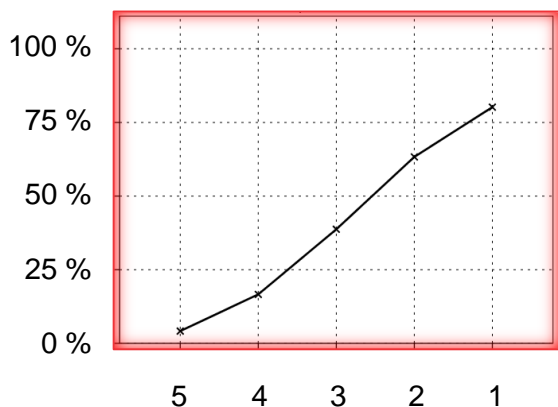
Položka č. 17 Citlivosť 69,7 %



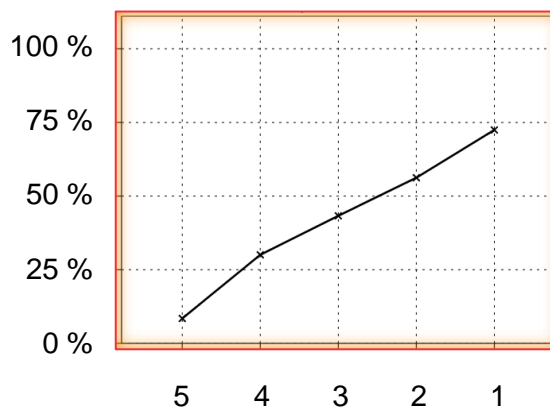
Položka č. 18 Citlivosť 79,9 %



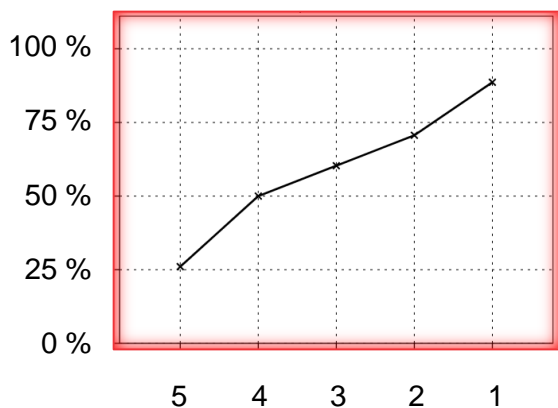
Položka č. 19 Citlivosť 76,0 %



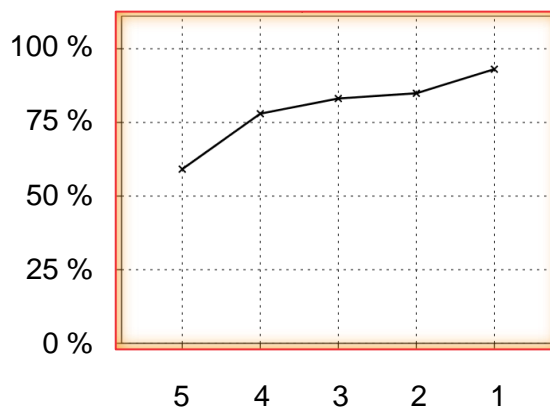
Položka č. 20 Citlivosť 64,0 %



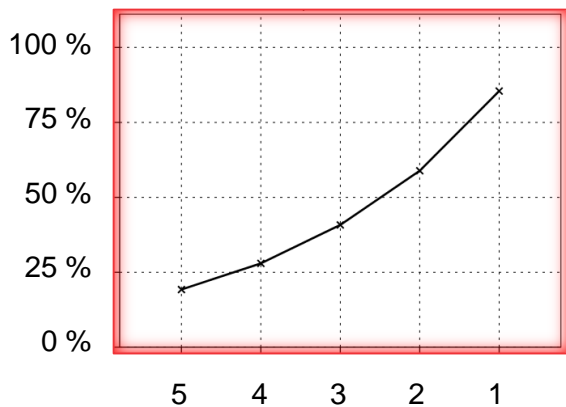
Položka č. 21 Citlivosť 62,6 %



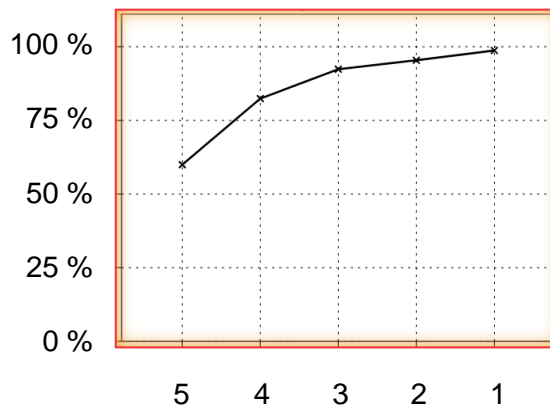
Položka č. 22 Citlivosť 33,9 %



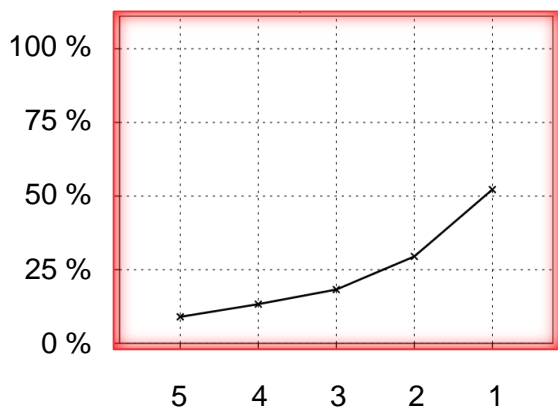
Položka č. 23 Citlivosť 66,2 %



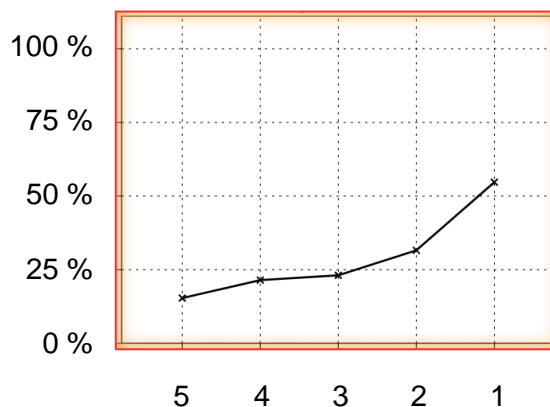
Položka č. 24 Citlivosť 38,8 %



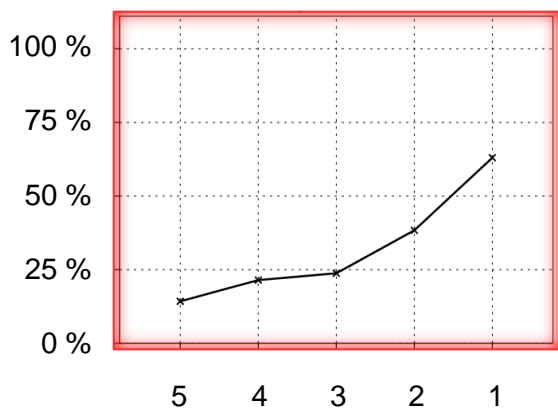
Položka č. 25 Citlivosť 43,2 %



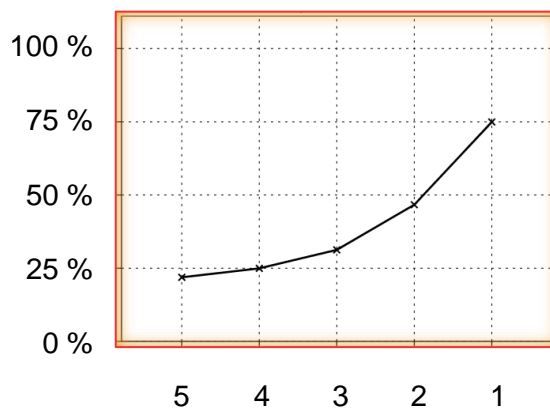
Položka č. 26 Citlivosť 39,3 %



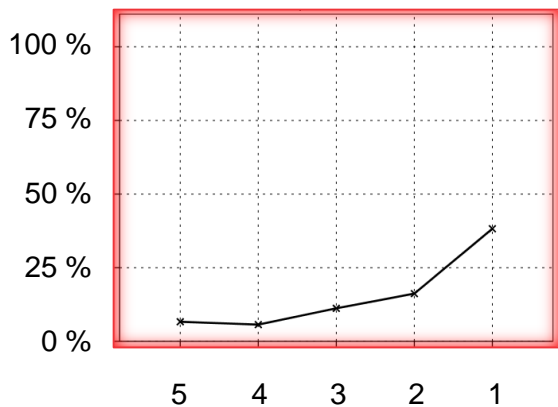
Položka č. 27 Citlivosť 48,8 %



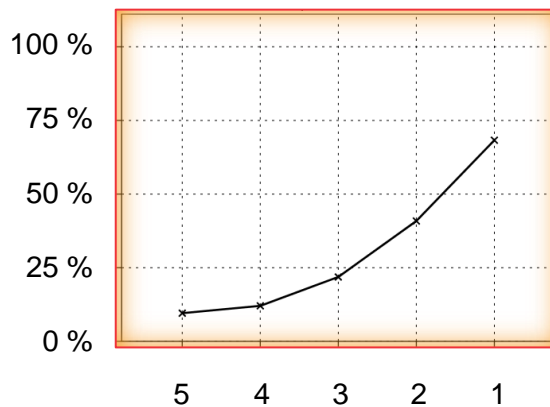
Položka č. 28 Citlivosť 53,0 %



Položka č. 29 Citlivosť 31,6 %



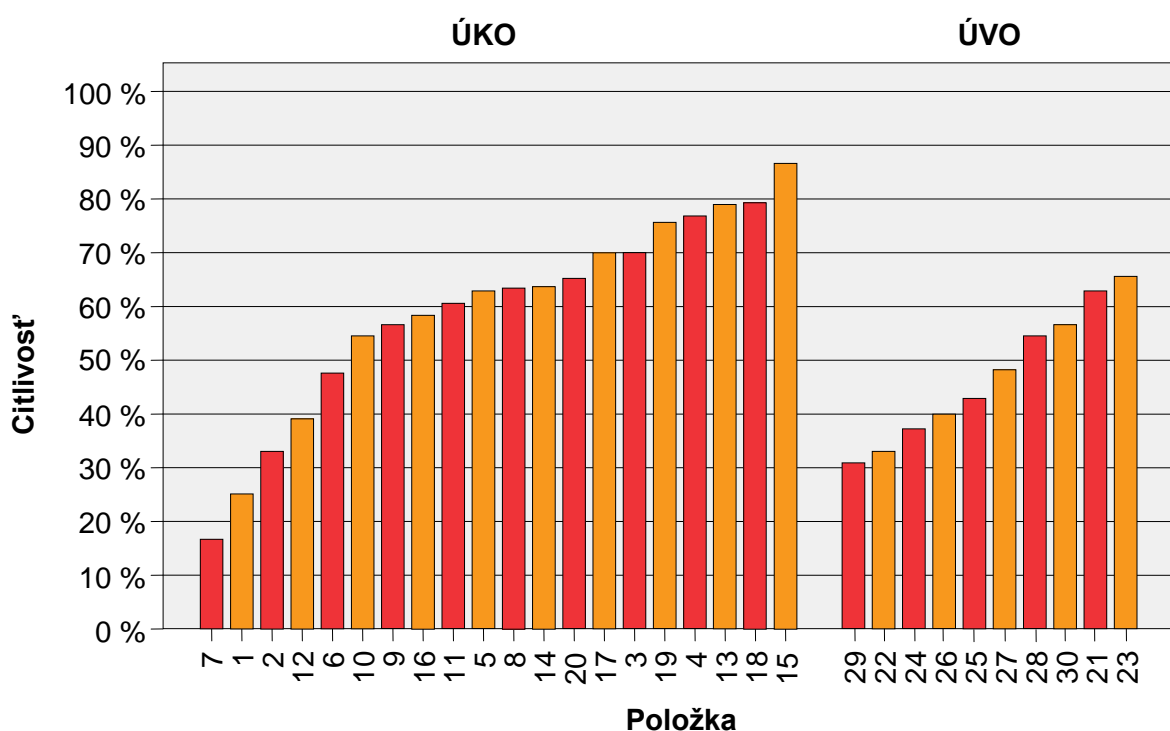
Položka č. 30 Citlivosť 58,7 %



Obr. 15 Distribúcie úspešností žiackych odpovedí jednotlivých položiek a citlivosť položiek v MAT14 – 2106

Položky č. 1, 2, 5 a 24 výrazne oddelili poslednú výkonnostnú skupinu, na celkovú výkonnosť žiakov však boli citlivé málo, pretože pre ostatné skupiny žiakov boli takmer rovnako ľahké. Podobne položka č. 8 výrazne oddelila posledné dve výkonnostné skupiny. Položky č. 9, 16, 26 a 29 naopak rozlíšili iba prvú výkonnostnú skupinu. Ostatné skupiny žiakov dosiahli približne rovnakú úspešnosť bez ohľadu na celkovú úspešnosť v teste. Položka č. 22 rozlíšila prvú a poslednú výkonnostnú skupinu, úspešnosť ostatných skupín žiakov bola približne rovnaká. Položka č. 7 žiakov nerozlíšila, pretože bola pre všetkých veľmi ľahká.

Ostatné položky plynule rozlíšili všetky výkonnostné skupiny žiakov v závislosti od hodnoty citlivosti. Ideálnymi boli napríklad položky č. 4, 13, 14, 15, 18 a 23.

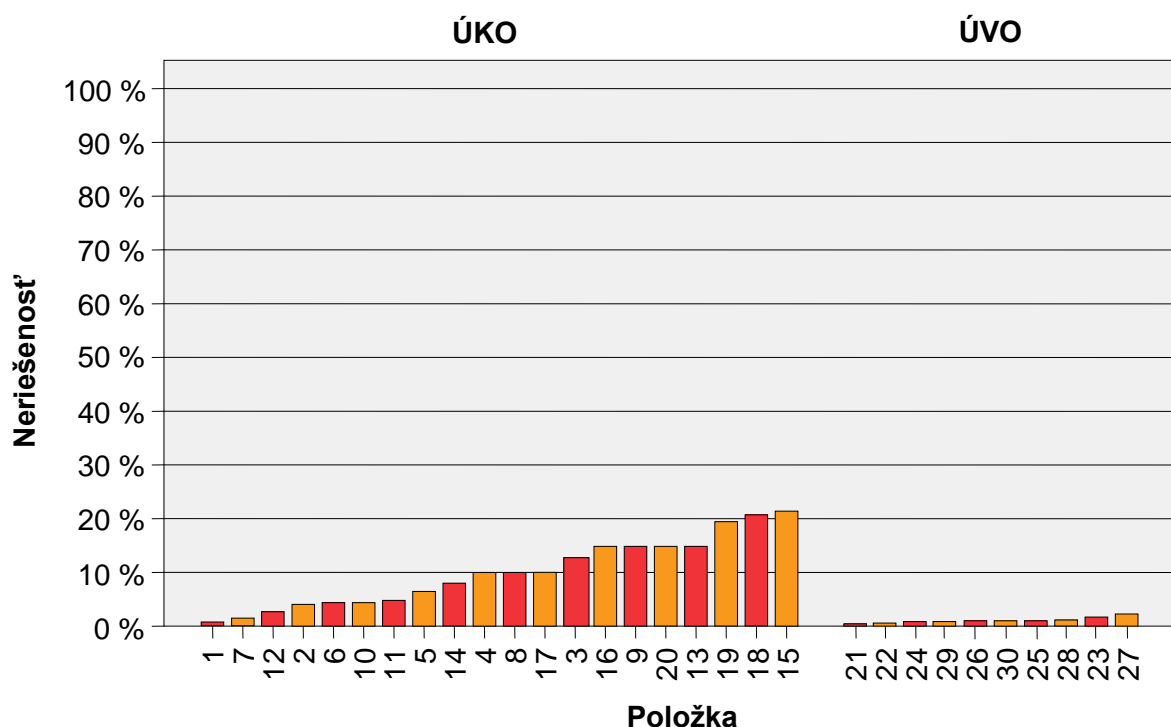


Obr. 16 Citlivosť položiek v jednotlivých častiach testu MAT14 – 2106 (položky sú usporiadané vzostupne podľa hodnoty citlivosti)

Citlivosť dvoch položiek bola nedostatočná (č. 1 a 7), citlivosť ostatných položiek bola vyhovujúca. Z toho deväť položiek (č. 2, 6, 12, 22, 24, 25, 26, 27 a 29) malo citlivosť od 30 % do 50 %, citlivosť ostatných devätnástich položiek bola vyššia ako 50 %.

3.5 Neriešenosť položiek

Usporiadanie položiek testu MAT14 podľa rastúceho percentuálneho podielu žiakov, ktorí na jednotlivé položky testu neuviedli odpoveď, je znázornený na nasledujúcom obrázku.



Obr. 17 Neriešenosť položiek v jednotlivých častiach testu MAT14 – 2106 (položky sú usporiadané vzostupne podľa neriešenosti)

Tab. 45 Neriešenosť položiek testu MAT14 – 2106 podľa druhu školy a vecná významnosť rozdielov

Položka	Neriešenosť %		Vecná významnosť
	GYM	SOŠ	
18.	12,2	40,1	0,316
13.	9,4	33,4	0,295
8.	4,4	22,8	0,283
15.	13,9	39,2	0,282
19.	12,2	34,8	0,264
5.	2,0	14,4	0,245
3.	7,7	22,8	0,211
20.	11,3	27,8	0,204
9.	12,2	24,9	0,160
10.	2,5	9,3	0,150
4.	6,8	16,0	0,143
17.	7,1	16,3	0,140
7.	0,8	3,5	0,100
2.	1,6	4,3	0,081
11.	4,0	7,4	0,072

Položka	Neriešenosť %		Vecná významnosť
	GYM	SOŠ	
14.	6,8	10,8	0,067
23.	0,9	2,4	0,062
24.	0,0	0,6	0,062
16.	14,1	19,0	0,061
29.	0,1	0,6	0,046
25.	0,6	1,4	0,040
6.	2,9	4,1	0,029
30.	0,4	0,8	0,025
21.	0,1	0,2	0,023
1.	1,3	1,9	0,021
22.	0,2	0,4	0,021
27.	1,4	1,9	0,019
26.	0,4	0,6	0,014
12.	1,7	2,0	0,013
28.	1,0	1,0	0,002

Neriešenosť položiek bola spôsobená takmer výlučne vynechanosťou. Najvyššiu, ale zanedbateľnú hodnotu nedosiahnutosti 0,2 % sme zaznamenali len pri posledných dvoch položkách testu. Z hodnôt štatistických ukazovateľov týchto položiek usudzujeme, že väčšina žiakov odpovede na tieto úlohy nevolila náhodne, ale si ich aj zdôvodnila. Úspešnosť žiakov v týchto položkách zodpovedala celkovej úspešnosti v teste. Konštatujeme, že žiaci mali dostatok času na vyriešenie všetkých úloh testu.

Najvyššiu neriešenosť sme zaznamenali u ÚKO, ktoré boli zároveň pre žiakov najobťažnejšie (č. 9, 13, 15, 18, 19 a 20). Riešenie týchto úloh vyžadovalo myšlienku, ako nájsť správnu odpoveď, alebo časovo dlhší náročnejší výpočet. Maturanti v nich mali preukázať zručnosti pri práci s premennými v algebraických výrazoch. Predpokladáme, že žiaci, ktorí na tieto úlohy neuviedli odpoveď, buď nevedeli, ako príklad vypočítať, alebo uprednostnili úlohy, ktorých riešenie mohli určiť jednoduchšie a rýchlejšie.

Vysoká neriešenosť položiek č. 15 a 18 bola spôsobená vysokou neriešenosťou úloh žiakmi SOŠ.

Vecne významný rozdiel v neriešenosti úloh medzi žiakmi GYM a SOŠ dosiahol 8 položiek. Boli to najmä výpočtové úlohy z geometrie (č. 18 a 20), úlohy o funkciách (č. 8, 13, 15 a 19) a riešenie rovníc a nerovníc (úlohy č. 3 a 5).

3.6 Súhrnné charakteristiky položiek

Súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek prinášame vo forme prehľadnej tabuľky. Pri každej položke uvádzame:

- P – číslo položky.
- Obťažnosť položky, aj pre rôzne skupiny žiakov:
 - Celková – percentuálny podiel všetkých žiakov, ktorí správne odpovedali na položku,
 - GYM – percentuálny podiel žiakov GYM, ktorí správne odpovedali na položku,
 - SOŠ – percentuálny podiel žiakov SOŠ, ktorí správne odpovedali na položku,
 - CH – percentuálny podiel chlapcov, ktorí správne odpovedali na položku,
 - D – percentuálny podiel dievčat, ktoré správne odpovedali na položku.
- Neriešenosť položky:
 - GYM – percentuálny podiel žiakov GYM, ktorí na položku neuviedli odpoveď,
 - SOŠ – percentuálny podiel žiakov SOŠ, ktorí na položku neuviedli odpoveď.
- Citlivosť položky – rozlišovacia sila položky.
- Point Biserial $P. Bis$ – medzipoložková korelácia, korelácia medzi obťažnosťou položky a obťažnosťou zvyšných položiek testu.

Tab. 46 Súhrnné charakteristiky položiek testu MAT14 – 2106

P	Obťažnosť %					Neriešenosť %		Citlivosť %	P. Bis.
	Celková	GYM	SOŠ	CH	D	GYM	SOŠ		
1.	88,3	90,4	83,4	88,2	88,6	1,3	1,9	25,3	0,24
2.	85,9	89,4	77,7	85,6	86,6	1,6	4,3	33,1	0,31
3.	69,0	78,4	46,9	66,9	73,0	7,7	22,8	70,8	0,48
4.	60,5	71,5	34,8	60,6	60,2	6,8	16,0	76,9	0,51
5.	74,5	85,1	49,6	71,3	80,6	2,0	14,4	62,3	0,45
6.	68,5	70,9	62,8	69,5	66,5	2,9	4,1	47,0	0,29
7.	75,0	73,3	78,8	77,9	69,3	0,8	3,5	18,0	0,08
8.	76,9	87,1	53,0	74,5	81,6	4,4	22,8	63,6	0,48
9.	24,6	31,8	7,9	25,4	23,1	12,2	25,0	57,8	0,40
10.	71,6	78,0	56,8	71,4	72,1	2,5	9,3	56,1	0,37
11.	56,3	59,7	48,4	58,7	51,7	4,0	7,4	60,9	0,37
12.	71,4	73,1	67,6	75,0	64,7	1,7	2,0	39,2	0,24
13.	48,6	60,7	20,2	44,3	56,8	9,4	33,4	79,6	0,51
14.	52,5	59,5	36,3	53,0	51,6	6,8	10,8	63,9	0,39
15.	51,1	62,2	25,0	50,3	52,6	13,9	39,2	86,6	0,58
16.	36,1	38,8	29,9	37,0	34,3	14,1	19,0	58,9	0,35
17.	54,3	61,2	38,0	56,4	50,2	7,1	16,3	69,7	0,41
18.	50,3	62,0	22,9	47,1	56,4	12,2	40,1	79,9	0,51
19.	40,6	51,4	15,4	40,7	40,5	12,2	34,8	76,0	0,51
20.	42,1	51,6	20,0	39,4	47,4	11,3	27,8	64,0	0,39
21.	59,1	66,5	41,9	61,4	54,7	0,0	0,2	62,6	0,37
22.	79,6	83,3	71,1	79,4	80,2	0,2	0,4	33,9	0,22
23.	46,5	56,4	23,3	44,1	50,9	0,9	2,4	66,2	0,40
24.	85,8	91,6	72,2	85,1	87,0	0,0	0,6	38,8	0,35
25.	24,5	29,4	12,9	24,4	24,6	0,6	1,4	43,2	0,29
26.	29,2	33,1	20,3	30,1	27,7	0,4	0,6	39,3	0,23
27.	32,2	36,9	21,3	32,5	31,6	1,4	1,9	48,8	0,30
28.	39,9	45,6	26,8	41,2	37,4	1,0	1,0	53,0	0,31
29.	15,6	18,4	9,0	15,7	15,4	0,1	0,6	31,6	0,25
30.	30,5	37,2	14,8	30,6	30,3	0,4	0,8	58,7	0,40

Veľmi ľahké položky sú zvýraznené hnedou farbou, veľmi obťažné položky žltou farbou.

Položky, ktorých neriešenosť presiahla 20,0 %, sú zvýraznené zelenou farbou.

Položky s nedostatočnou hodnotou citlivosti sú zvýraznené zelenou farbou.

Položky s nízkou hodnotou *P. Bis.* sú zvýraznené žltou farbou.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame najčastejšie odpovede žiakov na ÚKO a frekvenciu ich výskytu. Správna odpoveď je zvýraznená, znak „–“ vyjadruje neuvedenú odpoveď.

Tab. 47 Najčastejšie odpovede žiakov na ÚKO a ich frekvencia v MAT14 – 2106

Položka č. 01

Odpoveď	Výskyt %
26	87,9
21	2,9
–	1,6
56	1,4
41	1,1
25	0,7
11	0,5
28	0,4
24	0,4

Položka č. 02

Odpoveď	Výskyt %
14	85,6
13	2,5
–	2,3
15	1,3
12	0,8
13	0,8
16	0,7
11,50	0,3
17	0,3

Položka č. 03

Odpoveď	Výskyt %
– 7	68,7
–	12,6
1	2,1
– 2	1,5
– 4	1,0
7	1,0
2	0,9
–1	0,9
3	0,7

Položka č. 04

Odpoveď	Výskyt %
8	60,1
6	11,4
–	9,7
10	8,1
5	2,6
4	1,1
3	1,1
8,54	0,7
12	0,5

Položka č. 05

Odpoveď	Výskyt %
– 8	73,7
–	6,1
– 12	2,8
8	2,4
– 2	2,0
4	1,4
– 6	1,4
– 10	1,4
2	1,2

Položka č. 06

Odpoveď	Výskyt %
2697,74	64,7
2698	4,6
–	3,3
2697,62	2,1
2697,744	1,7
2697	1,7
2728	1,3
2697,75	1,2
2,81	1,1

Položka č. 07

Odpoveď	Výskyt %
9372	75,5
8376	16,1
–	1,8
6372	0,9
2376	0,9
3372	0,8
9376	0,5
9375	0,5
9378	0,3

Položka č. 08

Odpoveď	Výskyt %
4	76,8
–	9,8
5	2,4
2	2,1
3	1,5
1	1,0
6	1,0
8	0,6
3,16	0,5

Položka č. 09

Odpoveď	Výskyt %
35,26	24,2
45	23,4
54,74	17,1
–	15,4
35	2,0
60	1,7
90	1,5
30	1,1
54	0,8

Položka č. 10

Odpoveď	Výskyt %
3	70,8
0	6,6
–	5,1
2	4,7
1	4,0
5	1,8
– 1	1,6
4	1,1
9	0,8

Položka č. 11

Odpoveď	Výskyt %
243	56,5
9,72	5,4
135	5,2
–	5,0
27	2,4
216	1,5
256,50	1,4
364,50	1,2
5,40	1,0

Položka č. 12

Odpoveď	Výskyt %
8	71,2
9	17,0
–	2,0
128	1,9
256	1,7
7	1,4
10	0,4
255	0,4
14	0,3

Položka č. 13

Odpoveď	Výskyt %
– 4	47,9
–	17,6
1,33	9,0
4	5,5
1,34	2,7
0	1,6
2	1,6
1,78	1,5
– 1,33	1,2

Položka č. 14

Odpoveď	Výskyt %
21	52,5
15	18,0
20	10,3
–	8,3
105	1,2
14	0,7
7	0,7
16	0,7
420	0,6

Položka č. 15

Odpoveď	Výskyt %
102	49,5
–	21,7
2	5,1
4	4,7
98	3,6
3	3,2
0	1,2
100	1,0
1	0,9

Položka č. 16

Odpoveď	Výskyt %
5	35,7
–	15,8
90	8,2
10	7,9
70	2,6
1500	1,5
91,65	1,0
100	1,0
38,73	0,9

Položka č. 17

Odpoveď	Výskyt %
25	54,7
5	10,5
–	9,5
3	5,4
20	4,4
4	2,0
33	1,5
2	1,4
12	1,1

Položka č. 18

Odpoveď	Výskyt %
10	49,2
–	20,7
5	4,7
7,07	1,8
25	1,4
7,75	1,3
8	1,3
8,94	1,1
20	1,1

Položka č. 19

Odpoveď	Výskyt %
3	39,9
–	18,9
8	13,8
4	3,7
1	3,6
5	2,8
7	1,8
0	1,8
6	1,7

Položka č. 20

Odpoveď	Výskyt %
67	42,1
–	16,6
67,35	6,1
34	2,4
69	2,3
68	2,1
9	1,2
2	1,2
70	1,0

4 Výsledky RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia IRT

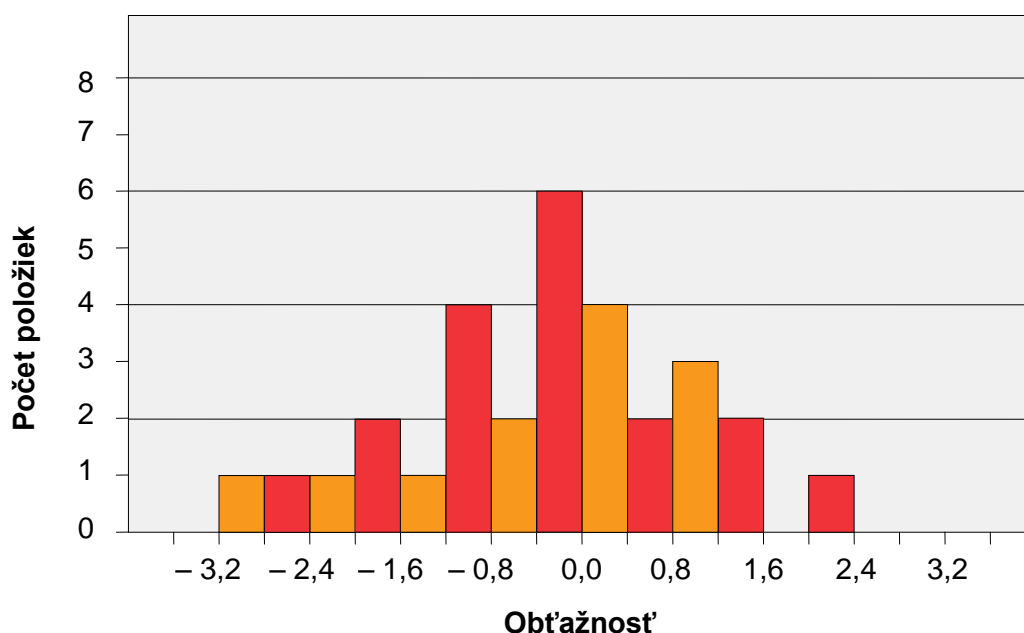
4.1 Všeobecné výsledky

V nasledujúcej tabuľke a grafoch uvádzame charakteristiky testu a testovaných žiakov. Číslovanie položiek zodpovedá zástupnému variantu testu 2106.

Tab. 48 Výsledné psychometrické charakteristiky položiek testu MAT14 (podľa IRT)

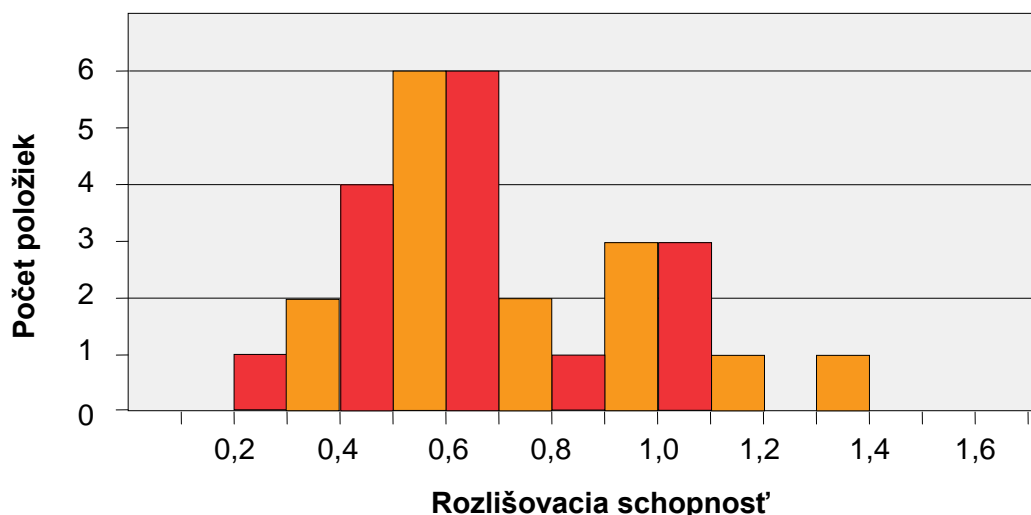
	Minimum	Maximum	Priemer	Smerodajná odchýlka
Obťažnosť položiek	- 3,142	2,078	- 0,293	1,233
Rozlišovacia schopnosť položiek	0,208	1,386	0,704	0,270

Pri analýze testu MAT14 metódou IRT sme pracovali s dvojparametrovým modelom (parametrami boli obťažnosť položky a rozlišovacia schopnosť položky). Položka č. 7 vykazovala mierne rozdielne fungovanie od predpokladu modelu. Dôvodom bola mimoriadne nízka obťažnosť položky (hodnota nižšia ako $-3,0$), čo spravidla vždy spôsobuje odlišnosti správania sa položky od predpokladu modelu.



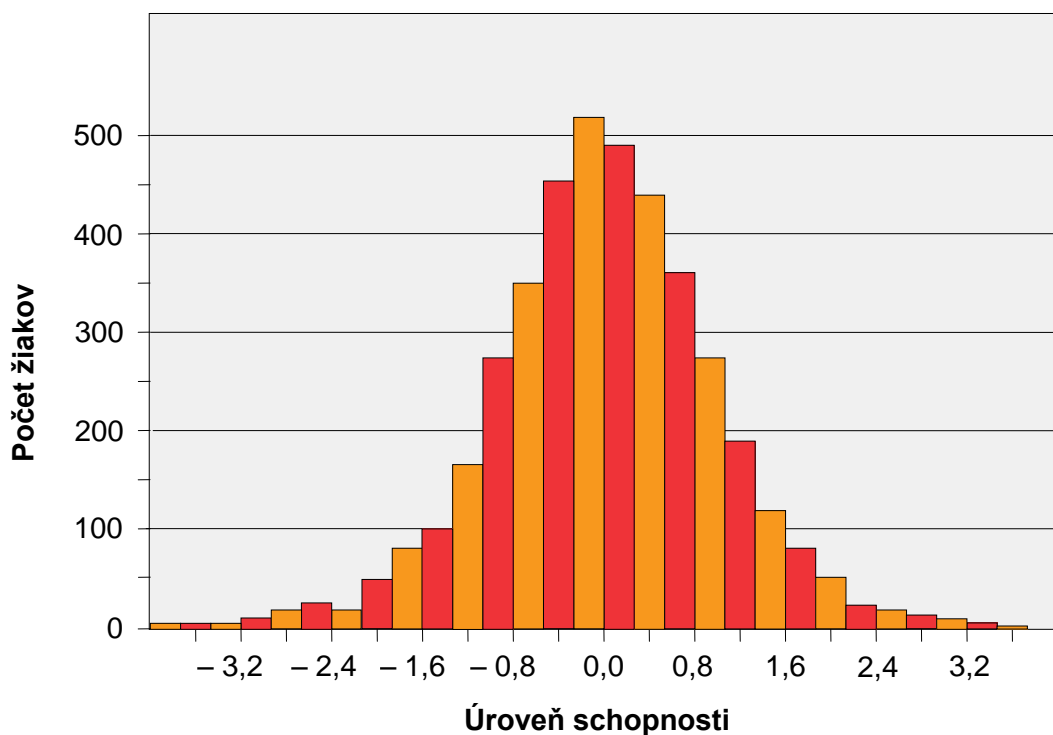
Obr. 18 Počet položiek MAT14 podľa obťažnosti

Zastúpenie položiek testu MAT14 z hľadiska obťažnosti nebolo rovnomerné, zodpovedalo konštrukcii rozlišovacieho NR testu. Tretina položiek mala obťažnosť okolo priemernej hodnoty 0,0. Väčšina položiek mala obťažnosť z intervalu $(-2,0; +2,0)$. Najľahšie boli položky č. 1, 2, 7, 12, 22 a 24, najobťažnejšími boli položky č. 25, 26 a 29.



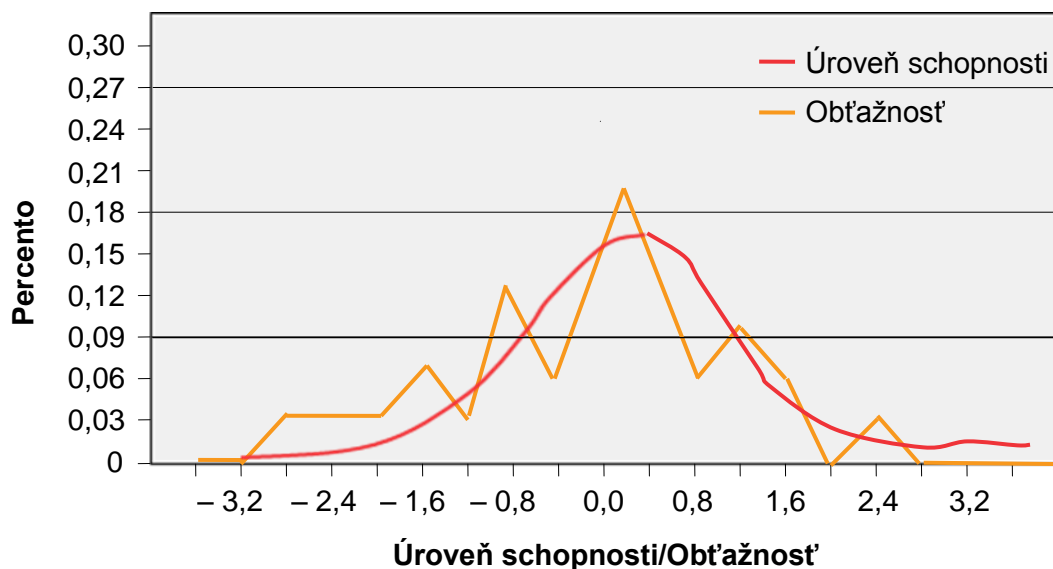
Obr. 19 Počet položiek MAT14 podľa rozlišovacej schopnosti

Rozlišovacia schopnosť položiek bola dobrá. Najslabšiu rozlišovaciu schopnosť mali položky č. 7, 12 a 26, najväčšiu rozlišovaciu schopnosť položky č. 8, 13, 15, 18 a 19. V skupine najslabších žiakov s nízkou úrovňou schopnosti bola pravdepodobnosť výberu správnej odpovede takmer v každej položke rovnako nízka. Až v skupine priemerných a lepších žiakov sa s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov začala zvyšovať aj pravdepodobnosť výberu správnej odpovede.



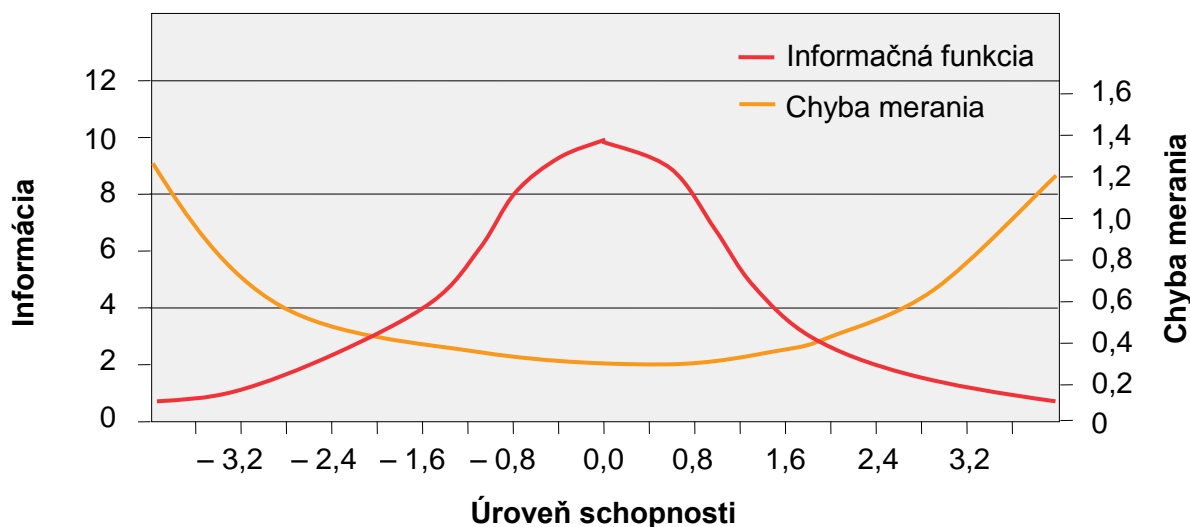
Obr. 20 Počet žiakov v MAT14 podľa úrovne schopnosti

Najpočetnejšou skupinou žiakov podľa úrovne schopnosti boli žiaci s priemernou úrovňou schopnosti okolo hodnoty 0,0. Počet žiakov s vyššou alebo nižšou úrovňou schopnosti rovnomerne klesal. Približne polovica testovaných žiakov mala úroveň schopnosti v intervale $(-0,6; 0,6)$. Môžeme preto predpokladať, že najviac a najpresnejších informácií získame o žiakoch s úrovňou schopnosti z tohto intervalu.



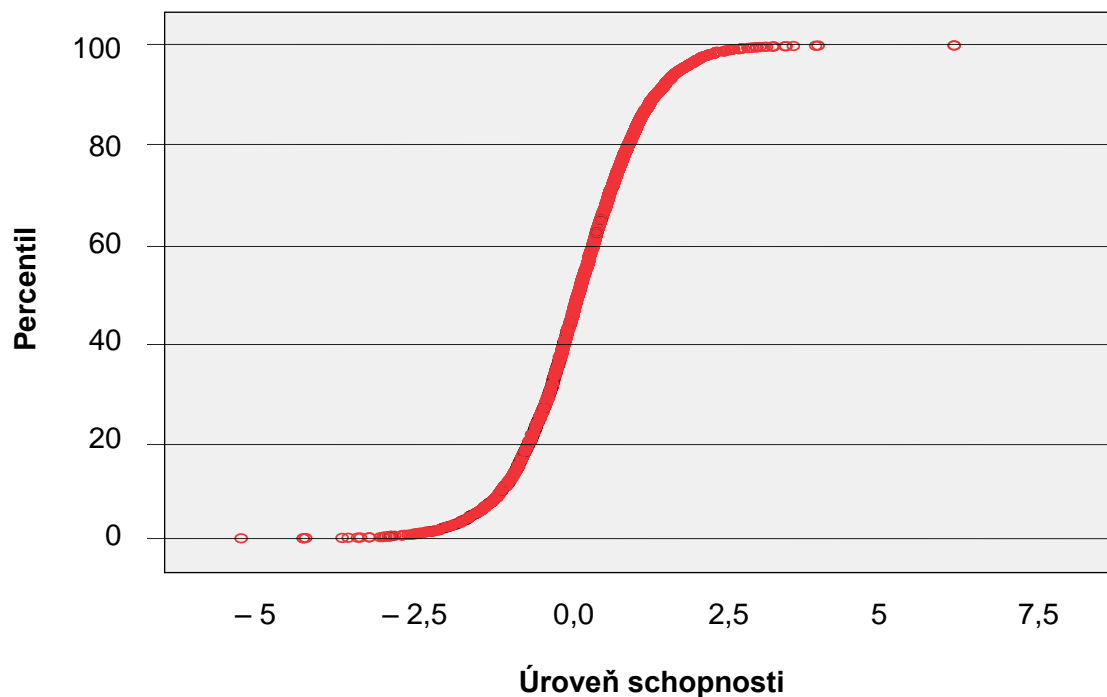
Obr. 21 Vzťah medzi úrovňou schopnosti žiakov a obťažnosťou MAT14

Obťažnosť položiek (náročnosť MAT14) bola primeraná úrovni schopnosti žiakov. Test obsahoval najviac položiek s priemernou úrovňou obťažnosti. Obsahoval aj päť veľmi ľahkých a jednu veľmi obťažnú položku, celkovo však bol primeraný schopnostiam žiakov. Potvrďuje to aj priemerná úspešnosť 54,4 % podľa vyhodnotenia testu CTT metódou.

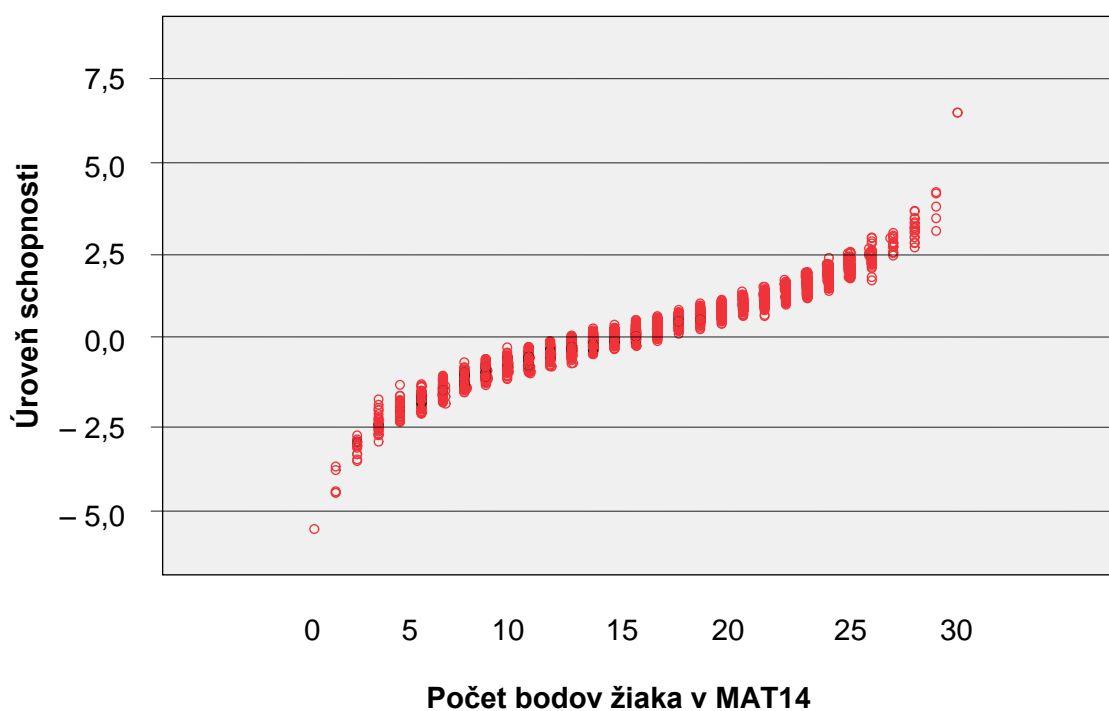


Obr. 22 Informačná funkcia a chyba merania MAT14 podľa úrovne schopnosti žiakov

Informačná funkcia testu nadobudla najväčšie hodnoty pre úroveň schopnosti žiakov okolo hodnoty 0,0. Test meral dostatočne presne na pomerne širokom intervale schopnosti žiakov. V teste boli primerane zastúpené položky všetkých obťažností. Najmenšia chyba merania 0,318 bola na úrovni schopnosti – 0,15.



Obr. 23 Percentil žiakov v MAT14 podľa úrovne matematickej schopnosti žiakov



Obr. 24 Vzťah počtu bodov žiaka v MAT14 a úrovne matematickej schopnosti žiaka

Žiak s priemernou úrovňou schopnosti 0,0 dosiahol v teste MAT14 približne 16 bodov a umiestnil sa približne okolo štyridsiateho piateho percentilu. Väčšina testovaných žiakov mala úroveň schopnosti v intervale $(-1,5; 1,5)$, preto aj malé zvýšenie úrovne matematickej schopnosti žiaka z tohto intervalu viedlo k pomerne výraznému zlepšeniu v dosiahnutom percentile žiaka.

Test MAT14 riešili aj žiaci s úrovňou schopnosti nižšou ako $-2,5$ a vyššou ako $+2,5$, ale bolo ich málo a preto sa výraznejšie nerozlíšili v dosiahnutom percentile v porovnaní s celým súborom testovaných žiakov.

Poznámka k Obr. 24: Jednej hodnote počtu bodov žiaka v teste MAT14 je priradených viac úrovní matematickej schopnosti. Je to spôsobené tým, že pri odhade úrovne schopnosti žiaka v dvojparametrovom modeli predstavujú obťažnosť a rozlišovacia schopnosť položiek akési „váhy“. Ľahšie, menej rozlišujúce položky majú nižšiu „váhu“. Preto žiaci, ktorí dosiahli rovnaký počet bodov, ale každý v iných položkách s rôznou „váhou“, môžu mať odlišnú úroveň matematickej schopnosti.

4.2 Výsledky položiek

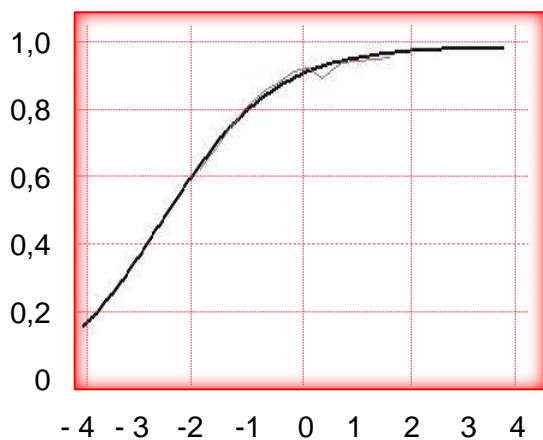
Vyhodnotenie položiek testu MAT14 prinášame na Obr. 25 v grafoch závislosti pravdepodobnosti voľby správnej odpovede od matematickej schopnosti žiaka. Výraznou čiernou farbou je na každom grafe znázornená očakávaná pravdepodobnosť voľby správnej odpovede podľa modelu (charakteristická krivka položky), menej výraznou čiarou je zobrazená skutočná pravdepodobnosť voľby správnej odpovede žiakmi (podiel počtu žiakov, ktorí uviedli správnu odpoveď a celkového počtu testovaných žiakov).

Ku každému grafu uvádzame aj hodnotu obťažnosti a rozlišovacej schopnosti položky. Obťažnosť položky pre jednotlivé úrovne matematickej schopnosti žiaka môžeme určiť podľa polohy charakteristickej krivky položky v grafe. Čím vyššie a viac vľavo je krivka v grafe umiestnená, tým je položka ľahšia. Priemerná obťažnosť položky má hodnotu 0,0.

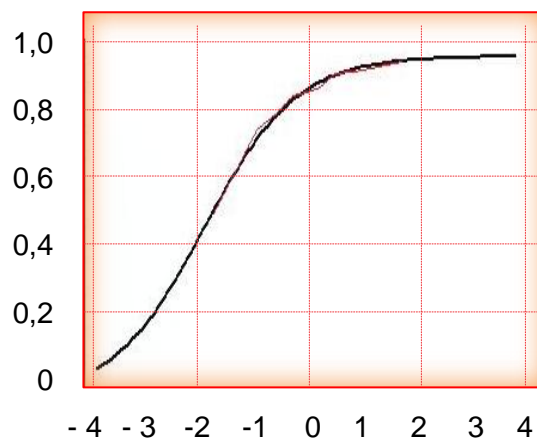
Rozlišovaciu schopnosť položky môžeme zistiť podľa priebehu a strmosti charakteristickej krivky položky v grafe. Čím rýchlejšie sa zvyšuje hodnota pravdepodobnosti voľby správnej odpovede so zvyšujúcou sa úrovňou matematickej schopnosti žiakov (charakteristická krivka je strmšia), tým lepšie položka žiakov rozlišuje.

Vyhodnotili sme aj správanie sa položiek v závislosti od pohlavia. Rozdiel medzi úrovňou schopnosti chlapcov a dievčat nebol vecne významný. Celkovo sme identifikovali 4 položky s rozdielnym fungovaním podľa pohlavia: rozdiel v rozlišovacej schopnosti položiek č. 5 a 13 bol v prospech dievčat, v položkách č. 7 a 12 v prospech chlapcov.

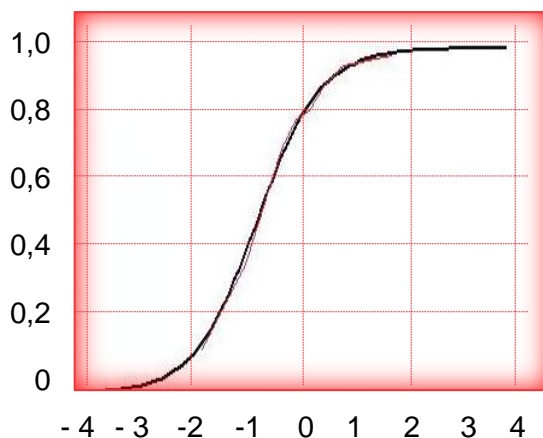
Položka č. **01** Obťažnosť – 2,485
 Rozlišovacia schopnosť 0,539



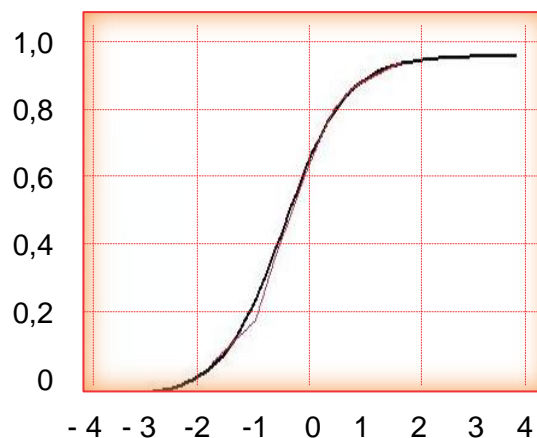
Položka č. **02** Obťažnosť – 1,913
 Rozlišovacia schopnosť 0,665



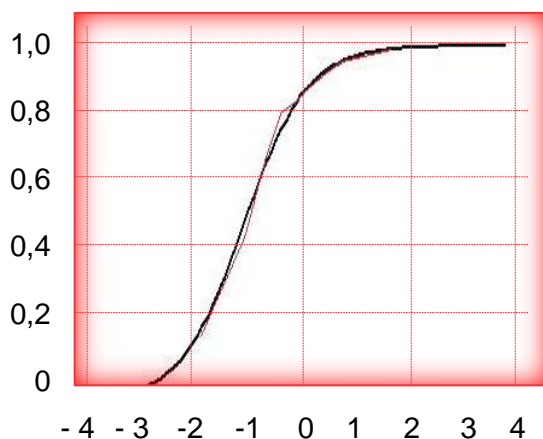
Položka č. **03** Obťažnosť – 0,680
 Rozlišovacia schopnosť 0,973



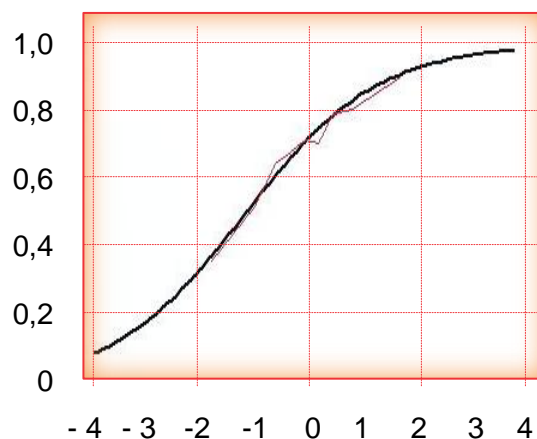
Položka č. **04** Obťažnosť – 0,358
 Rozlišovacia schopnosť 0,991



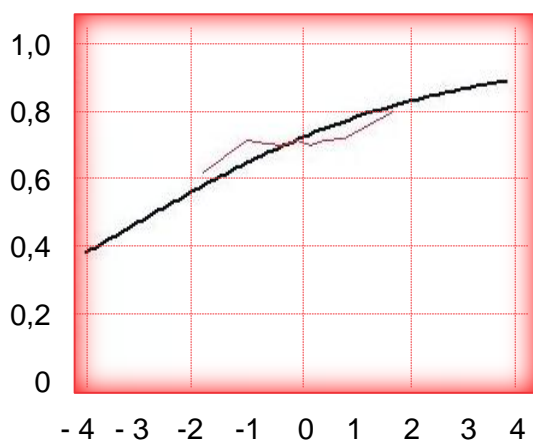
Položka č. **05** Obťažnosť – 0,909
 Rozlišovacia schopnosť 0,974



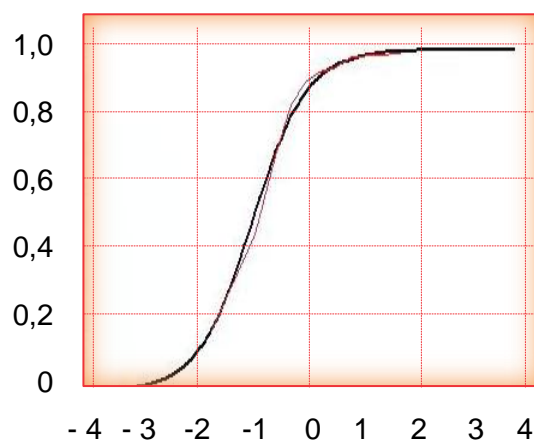
Položka č. **06** Obťažnosť – 1,104
 Rozlišovacia schopnosť 0,458



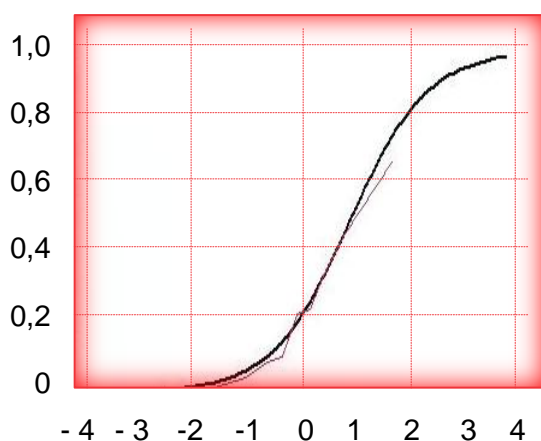
Položka č. **07** Obťažnosť – 3,142
 Rozlišovacia schopnosť 0,208



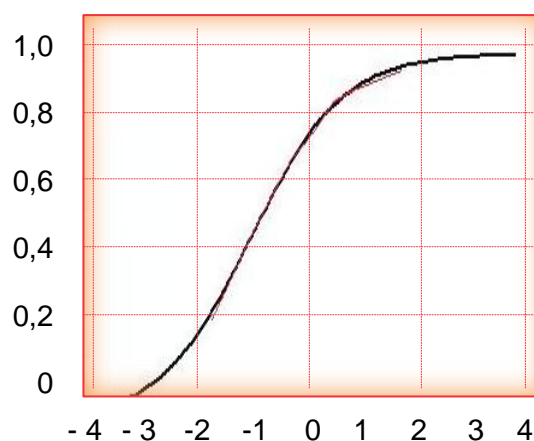
Položka č. **08** Obťažnosť – 0,949
 Rozlišovacia schopnosť 1,128



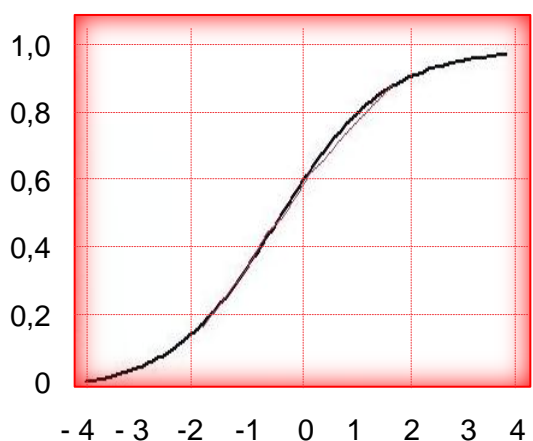
Položka č. **09** Obťažnosť 1,084
 Rozlišovacia schopnosť 0,789



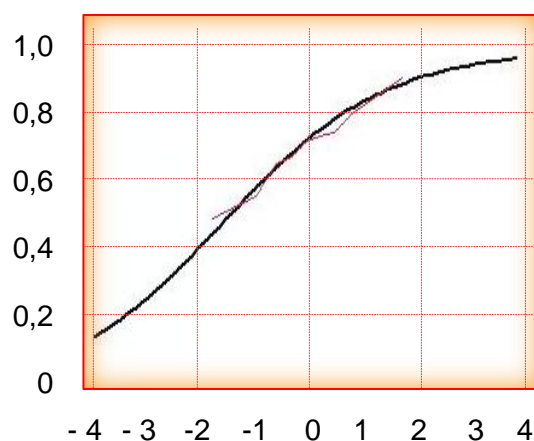
Položka č. **10** Obťažnosť – 0,993
 Rozlišovacia schopnosť 0,668



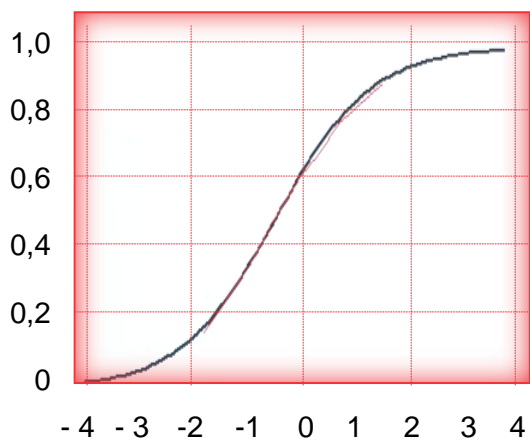
Položka č. **11** Obťažnosť – 0,304
 Rozlišovacia schopnosť 0,568



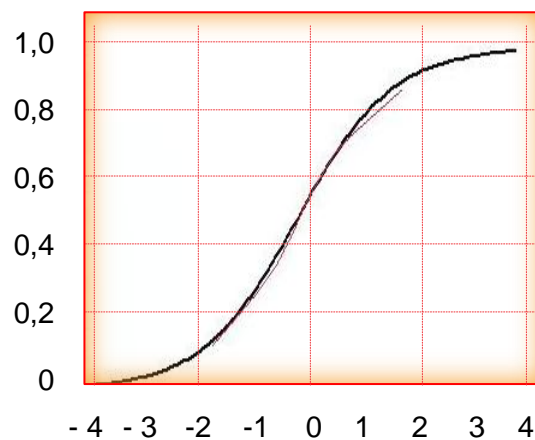
Položka č. **12** Obťažnosť – 1,519
 Rozlišovacia schopnosť 0,382



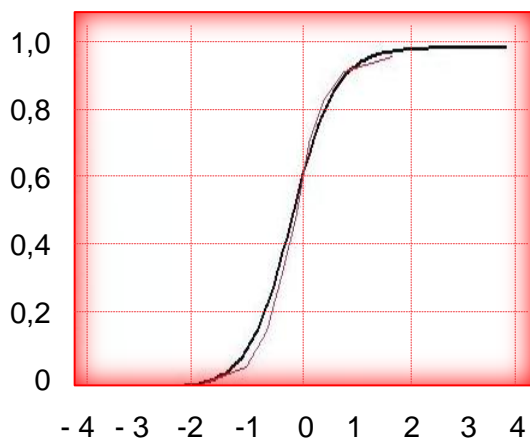
Položka č. 13 Obťažnosť 0,054
Rozlišovacia schopnosť 1,076



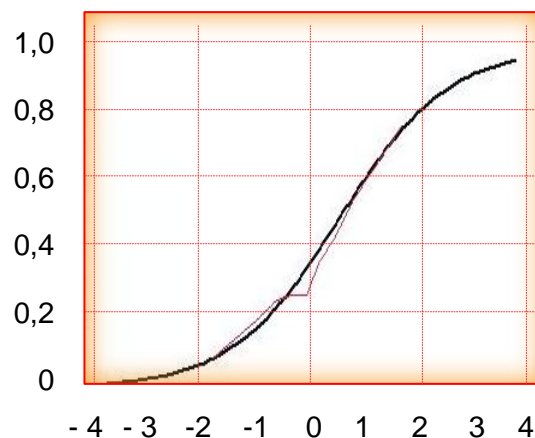
Položka č. 14 Obťažnosť - 0,107
Rozlišovacia schopnosť 0,642



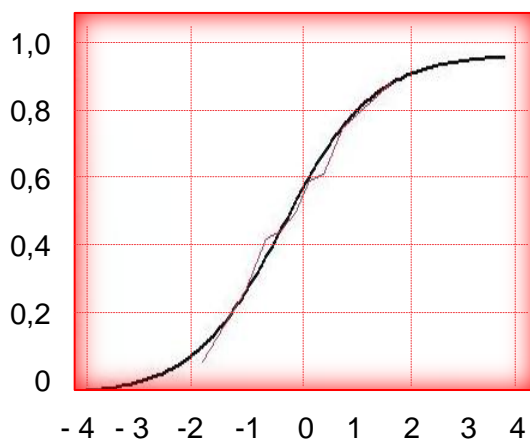
Položka č. 15 Obťažnosť - 0,023
Rozlišovacia schopnosť 1,386



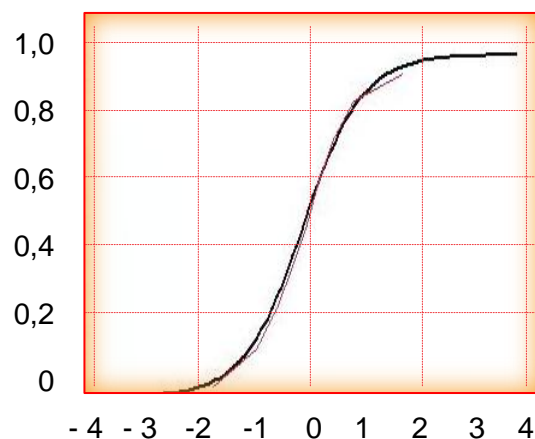
Položka č. 16 Obťažnosť 0,703
Rozlišovacia schopnosť 0,564



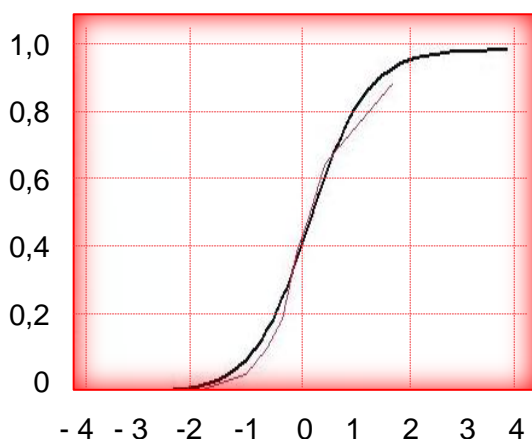
Položka č. 17 Obťažnosť - 0,178
Rozlišovacia schopnosť 0,672



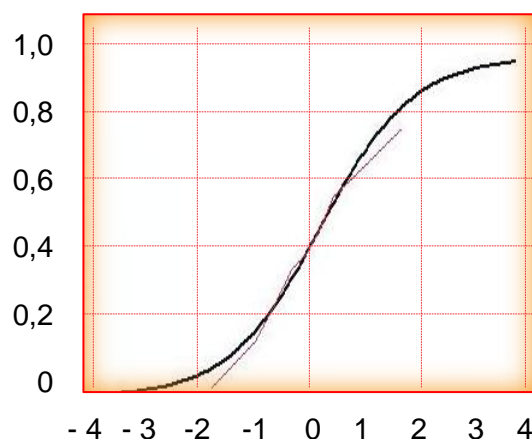
Položka č. 18 Obťažnosť - 0,002
Rozlišovacia schopnosť 1,032



Položka č. **19** Obťažnosť 0,321
Rozlišovacia schopnosť 1,073



Položka č. **20** Obťažnosť 0,355
Rozlišovacia schopnosť 0,661



Obr. 25 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede podľa úrovne schopnosti žiakov jednotlivých položiek v MAT14 – 2106 (na vodorovnej osi je zobrazená úroveň schopnosti žiaka, na zvislej osi pravdepodobnosť voľby správnej odpovede)

Položky č. 1, 2, 7, 12, 22 a 24 boli veľmi ľahké, položky č. 3, 5, 6, 8 a 10 ľahké. Položky č. 4, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 28 a 30 boli stredne ťažké, položky č. 9, 25, 26 a 27 ťažké a položka č. 29 veľmi ťažká.

Na položky č. 1, 2 a 7 uviedli správnu odpoveď takmer všetci žiaci. Preto položky rozlíšili len úplne najslabších žiakov. Už aj priemerní žiaci mali pravdepodobnosť voľby správnej odpovede takmer 100 %.

Položky č. 3, 6 a 12 patrili medzi ľahké položky, na ktoré priemerní žiaci uviedli správnu odpoveď s vysokou pravdepodobnosťou. Dobre rozlíšili iba skupinu podpriemerných žiakov.

Položka č. 16 bola naopak pre žiakov veľmi obťažná. Položka dobre rozlišovala len v skupine vysoko nadpriemerných žiakov.

Položky č. 7 a 12 mali nižšiu rozlišovaciu schopnosť vo všetkých skupinách žiakov. Priemernú rozlišovaciu schopnosť mali položky č. 1, 6, 11 a 16. Dobre rozlišujúcimi položkami vo všetkých skupinách žiakov boli položky č. 2, 10, 14, 17 a 20. Položky č. 3, 4, 5, 8, 9, 13, 15, 18 a 19 mali veľmi dobrú rozlišovaciu schopnosť žiakov všetkých úrovní matematickej schopnosti.

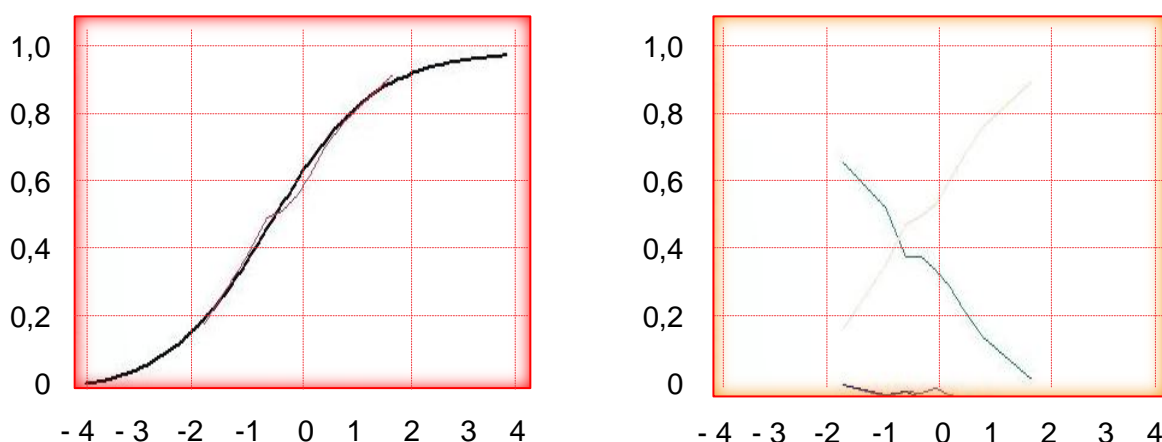
Na nasledujúcich obrázkoch pri položkách č. 21 až 30 s výberom odpovede prinášame okrem grafu závislosti pravdepodobnosti voľby správnej odpovede od úrovne schopnosti žiakov, obťažnosti a rozlišovacej schopnosti položky aj graf závislosti pravdepodobnosti výberu jednotlivých ponúkaných odpovedí od úrovne schopnosti žiakov.

Položka č. 21

Obťažnosť – 0,432

Rozlišovacia schopnosť 0,587

A B C D E



Obr. 26 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 21 v MAT14 – 2106

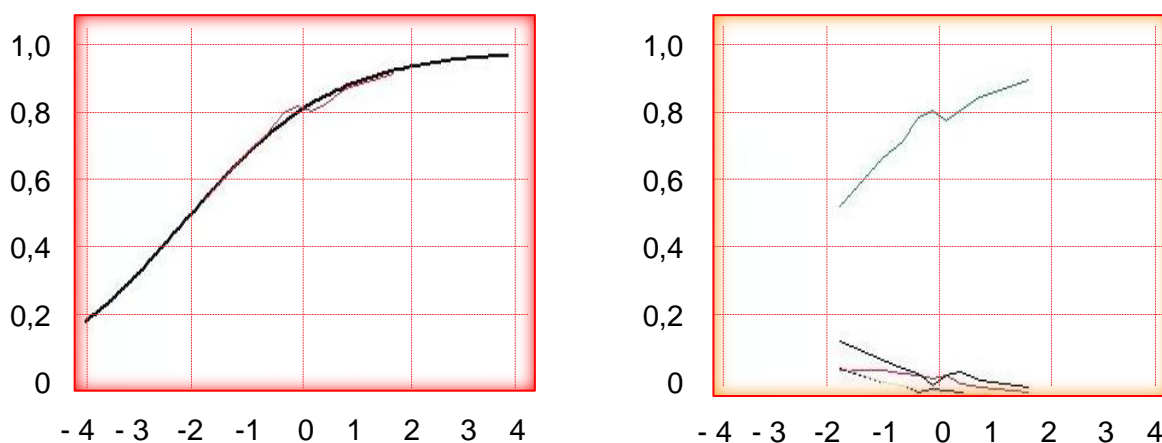
Položka č. 21 bola stredne obťažná, s priemernou rozlišovacou schopnosťou. Distraktor (B) sa preukázal ako jediný atraktívny. Žiakmi s nižšou úrovňou schopnosti bol volený častejšie ako správna odpoveď (D).

Položka č. 22

Obťažnosť – 2,114

Rozlišovacia schopnosť 0,411

A B C D E



Obr. 27 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 22 v MAT14 – 2106

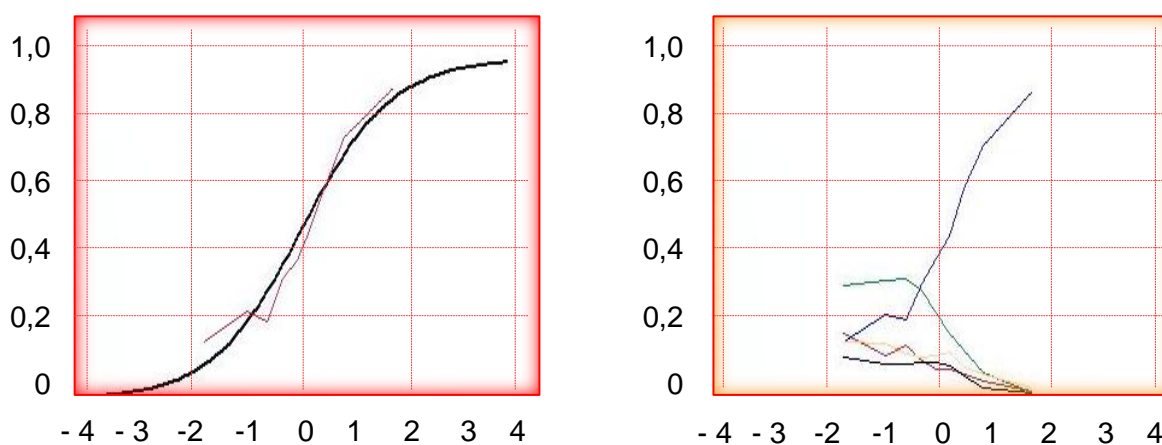
Položka č. 22 bola veľmi ľahká. Mala nižšiu rozlišovaciu schopnosť. Distraktory neboli pre žiakov atraktívne.

Položka č. 23

Obťažnosť 0,158

Rozlišovacia schopnosť 0,680

A B C D E



Obr. 28 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 23 v MAT14 – 2106

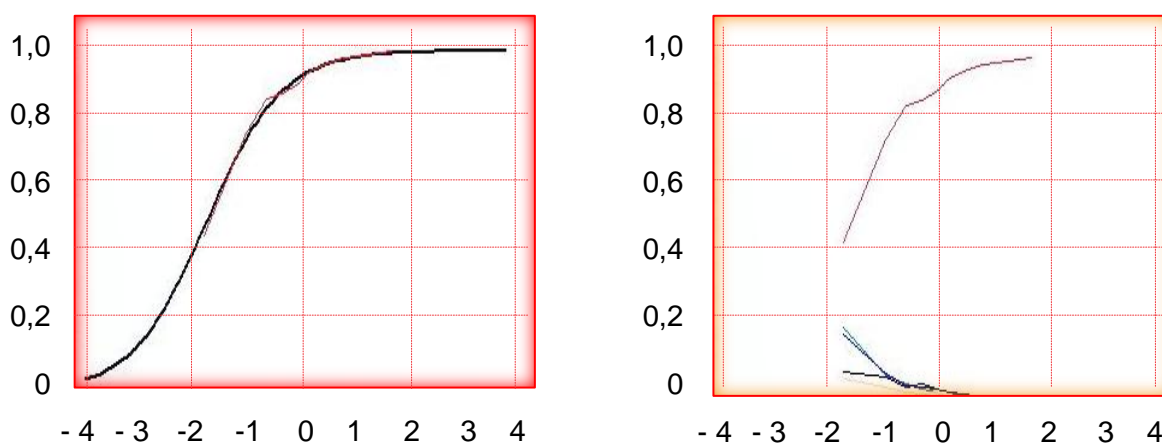
Položka č. 23 bola stredne obťažná. Rozlišovacia schopnosť položky bola dobrá. Distraktor (B) bol pre žiakov najatraktívnejší.

Položka č. 24

Obťažnosť – 1,663

Rozlišovacia schopnosť 0,814

A B C D E



Obr. 29 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 24 v MAT14 – 2106

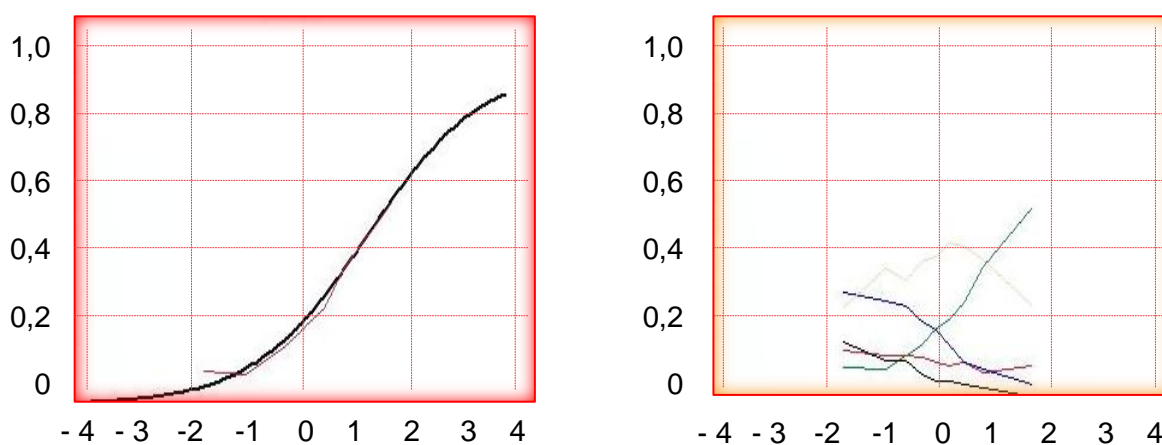
Položka č. 24 bola veľmi ľahká. Rozlišovacia schopnosť položky bola napriek tomu veľmi dobrá. Distraktory neboli pre žiakov atraktívne, žiaci dokázali bez problémov vylúčiť všetky distraktory.

Položka č. 25

Obťažnosť 1,437

Rozlišovacia schopnosť 0,530

A B C D E



Obr. 30 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 25 v MAT14 – 2106

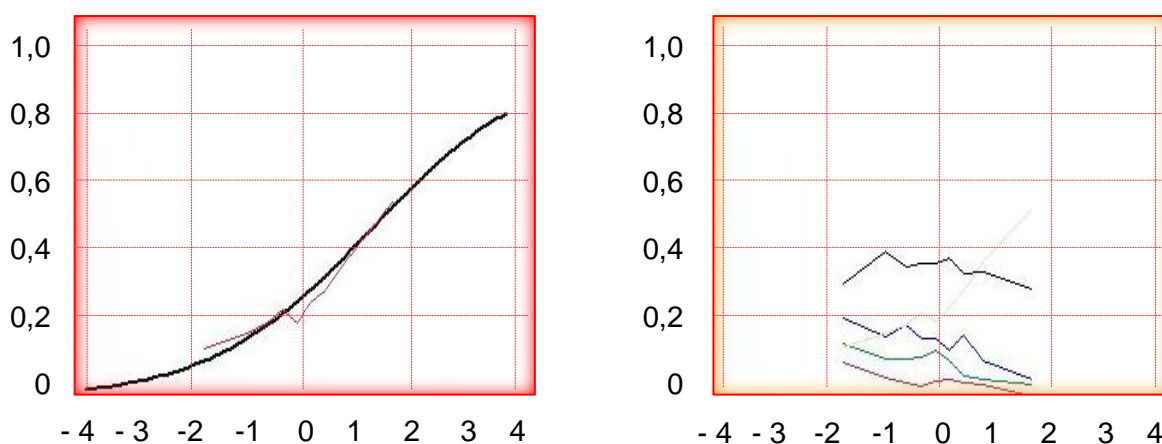
Položka č. 25 bola ťažká, s priemernou rozlišovacou schopnosťou. Najatraktívnejší pre žiakov bol distraktor (D). Bol atraktívnejší ako správna odpoveď (B) ešte aj u časti nadpriemerných žiakov. Distraktor (C) bol atraktívny pre slabších žiakov.

Položka č. 26

Obťažnosť 1,492

Rozlišovacia schopnosť 0,376

A B C D E



Obr. 31 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 26 v MAT14 – 2106

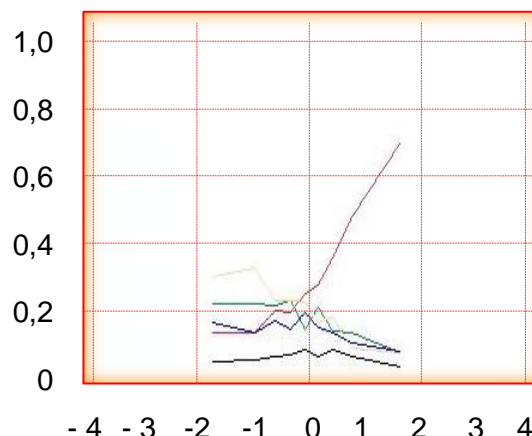
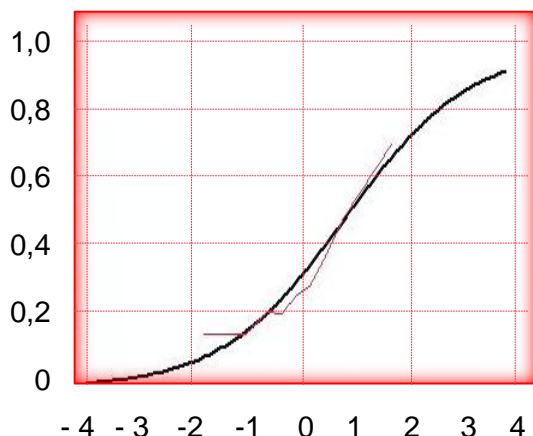
Položka č. 26 bola ťažká. Mala nízku rozlišovaciu schopnosť. Distraktor (E) bol pre žiakov najatraktívnejší. Pravdepodobnosť jeho voľby bola približne rovnaká u žiakov všetkých úrovní schopnosti.

Položka č. 27

Obťažnosť 1,016

Rozlišovacia schopnosť 0,490

A B C D E



Obr. 32 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 27 v MAT14 – 2106

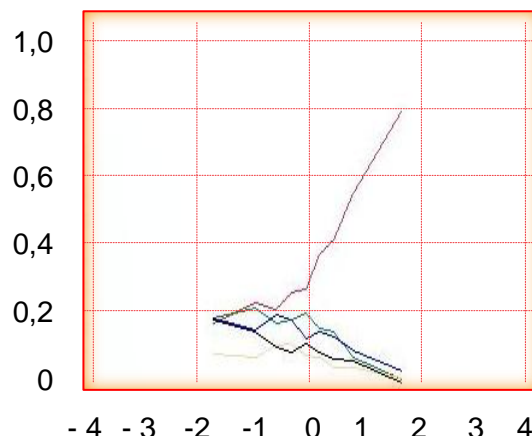
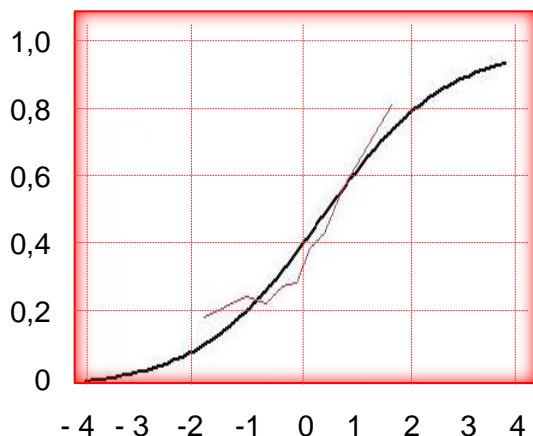
Položka č. 27 bola ťažká a mala priemernú rozlišovaciu schopnosť. Voľba distraktorov klesala s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov.

Položka č. 28

Obťažnosť 0,556

Rozlišovacia schopnosť 0,495

A B C D E



Obr. 33 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 28 v MAT14 – 2106

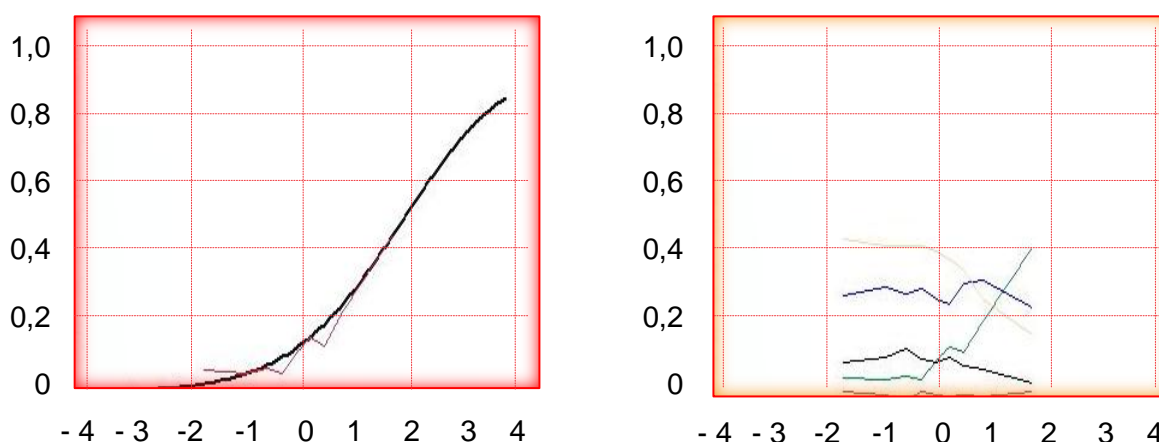
Položka č. 28 patrila k obťažnejším položkám, s priemernou rozlišovaciu schopnosťou. Distraktory boli čiastočne atraktívne u žiakov s nižšou úrovňou schopnosti.

Položka č. 29

Obťažnosť 2,078

Rozlišovacia schopnosť 0,54

A B C D E



Obr. 34 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 29 v MAT14 – 2106

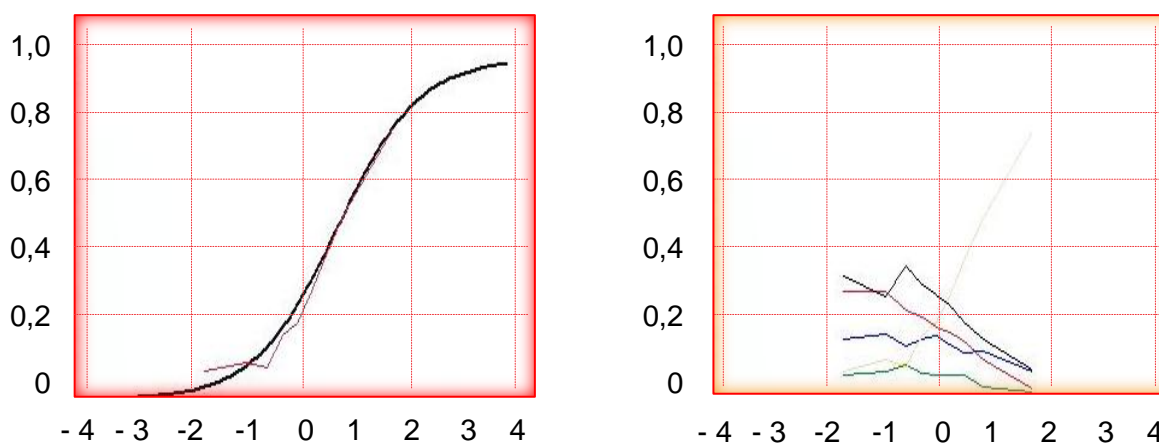
Položka č. 29 bola veľmi obťažná, s priemernou rozlišovacou schopnosťou. Distraktory (C) a (D) boli volené s vyššou pravdepodobnosťou ako správna odpoveď (B) u žiakov všetkých úrovní schopnosti. Distraktory nedokázali spoľahlivo vylúčiť ani najlepší žiaci.

Položka č. 30

Obťažnosť 0,834

Rozlišovacia schopnosť 0,742

A B C D E



Obr. 35 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 30 v MAT14 – 2106

Položka č. 30 bola ťažká. Mala dobrú rozlišovaciu schopnosť. Distraktory boli atraktívne iba pre žiakov s nižšou úrovňou schopnosti. Pravdepodobnosť voľby distraktorov klesala s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov.

5 Námety na zamyslenie

1. Rozdiel vo výkonoch žiakov GYM a SOŠ v MAT14

Pred obsahovou reformou školstva a zavedením štátnych vzdelávacích programov bol obsah predmetu matematika úzko prepojený s požiadavkami kladenými na úspešné absolvovanie MS z matematiky. To, čo sa skúšalo na MS z matematiky, sa všetci žiaci učili v základnom rozsahu na hodinách matematiky. Maturanti z matematiky si svoje vedomosti a zručnosti pred absolvovaním MS zopakovali, prehĺbili a systematizovali na hodinách voliteľných predmetov, či už seminároch alebo cvičeniach z matematiky.

Obsah hodín matematiky GYM a SOŠ, ktorý nie je pre oba druhy škôl rovnaký, v súčasnosti určuje príslušný štátny vzdelávací program a jeho prílohy. Dôležitým rozdielom v porovnaní s predchádzajúcim obdobím je skutočnosť, že obsah štátneho vzdelávacieho programu a jeho príloh zďaleka nepokrýva obsah a rozsah požiadaviek kladených na maturanta cieľovými požiadavkami z matematiky. Obsah predmetu matematika teda nie je zameraný na prípravu žiaka na MS a vyučujúci matematiky už nie je zodpovedný za prípravu žiaka na MS z matematiky. Zodpovednosť za adekvátnu prípravu na MS z matematiky sa presunula na žiaka samotného, ktorý si musí nájsť čas a priestor, kde a ako sa na MS z matematiky pripraví. Prínosom uvedenej zmeny je, že už nie všetci žiaci musia na hodinách matematiky absolvovať akoby základnú prípravu na maturitu z matematiky. Negatívom zmeny však je vzniknutý problém: ako a kde sa má žiak na MS z matematiky dostatočne pripraviť a či má možnosť a spôsob túto prípravu vo forme zaradenia dostatočného počtu hodín voliteľných predmetov do rozvrhu hodín od školy požadovať. Nie vždy je totiž pre školu ekonomicky výhodné zaradiť do vyučovania voliteľný predmet v rámci disponibilných hodín s nízkym počtom žiakov. Takisto sa nemusí podariť zostaviť rozvrh hodín tak, aby škola vyhovela požiadavkám všetkých žiakov na voliteľný predmet.

Podľa výsledkov MAT14 sa zdá, že GYM sa s týmto problémom popasovali úspešnejšie a pre žiakov zabezpečili možnosť voľby a absolvovania hodín voliteľných predmetov, na ktorých sa žiaci mohli viac-menej dostatočne pripraviť na MS z matematiky v aspoň takom rozsahu ako v minulosti. SOŠ v tejto oblasti zatiaľ zaostávajú. Legislatívne úpravy, ktoré vo vyšších ročníkoch SOŠ uprednostňujú vzdelávanie žiakov v odborných predmetoch, často nízky počet žiakov so záujmom o MS z matematiky v mnohých SOŠ a možnosť žiakov SOŠ konať MS z matematiky len ako dobrovoľnú skúšku sú zrejme najväčšími prekážkami pre SOŠ pri zabezpečovaní podmienok dostatočnej prípravy žiakov na MS z matematiky. Ak však budú žiaci SOŠ naďalej konať jednotnú MS z matematiky so žiakmi GYM a majú byť rovnocennými spolužiakmi absolventom GYM na matematických predmetoch vysokých škôl, bolo by potrebné rozdiel vo výkonoch žiakov GYM a SOŠ v EČ MS z matematiky odstrániť.

2. Nízka úspešnosť žiakov v úlohách vyžadujúcich algebraické zručnosti

Najnižšiu úspešnosť v MAT14 žiaci dosiahli v úlohách, ktorých riešenie vyžadovalo zložitejší, rozsiahlejší výpočet s použitím premenných, rovníc a nerovníc. V týchto úlohách sme zároveň zaznamenali najvyššiu neriešenosť. Podobné zistenie sme pozorovali aj pri vyhodnotení výsledkov testov EČ MS z matematiky v minulých rokoch.

Napriek tomu, že trendom vo vyučovaní matematiky v súčasnosti je naučiť žiakov myslieť, hľadať stratégie riešenia a aplikovať osvojené poznatky v úlohách z denného života, určite je potrebné, aby žiaci počas vyučovania matematiky získali aj zručnosti pri práci s premennými, zlomkami, mocninami, algebraickými výrazmi, funkciami a ich grafmi. Tieto schopnosti sú totiž nevyhnuté k úspešnému absolvovaniu predmetov s matematickým a technickým zameraním počas vysokoškolského štúdia.

Legislatívne predpísaná časová dotácia a počet položiek testu EČ MS z matematiky neumožňujú zaradenie takýchto úloh do testu vo vyššom počte. Písomná forma internej časti MS, ktorá bola v pôvodnom návrhu koncepcie novej MS z matematiky určená na overovanie schopností a zručností žiakov v takýchto typoch úloh, bola pred niekoľkými rokmi zrušená.

3. Zmeny v EČ MS z matematiky

Každé dobre pripravené testovanie veľkej vzorky žiakov v rovnakých podmienkach, akým je aj EČ MS, má pri korektnej interpretácii výsledkov svoju výpovednú hodnotu.

Zavedením EČ MS z matematiky sa sledovali dva hlavné ciele. Prvým bolo pripraviť pomocou jednotného testovacieho nástroja pre potreby prijímacieho konania vysokých škôl rebríček úspešnosti žiakov maturitného ročníka z matematiky. Preto NÚCEM aj v súčasnosti deklaruje test EČ MS z matematiky ako rozlišovací test relatívneho výkonu (NR test) a každému zúčastnenému žiakovi priraduje percentil podľa výkonu dosiahnutého v teste. Percentil sa na základe platnej legislatívy uvádza na maturitnom vysvedčení žiaka.

Bohužiaľ, akceptácia tejto informácie zo strany vysokých škôl pri prijímacej skúške je aj po toľkých rokoch od zavedenia EČ MS veľmi nízka.

Druhým cieľom zavedenia EČ MS bolo overiť a zhodnotiť v dostatočnej miere tie vedomosti a zručnosti maturantov, ktoré nemožno v dostatočnej miere overiť a zhodnotiť v ústnej forme internej časti MS. V súčasnosti sa tento benefit využíva povinne iba pri MS z vyučovacieho a jedného cudzieho jazyka a voliteľne z predmetu matematika. V ostatných maturitných predmetoch na hodnotenie žiaka a ukončenie štúdia postačuje ústna forma internej časti MS.

Počas ústnej formy internej časti MS žiak prezentuje svoje znalosti a zručnosti maximálne z troch oblastí matematiky. Výkon žiaka je hodnotený známku uvedenou na maturitnom vysvedčení. Test EČ MS s 30-timi položkami poskytuje oveľa väčší priestor na overenie znalostí a zručností žiaka ako ústna forma internej časti MS. Výsledkom žiaka je dosiahnutá úspešnosť v teste vyjadrená v percentách a podľa platnej legislatívy uvedená aj na maturitnom vysvedčení. Veľmi veľký rozsah Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky v porovnaní s nízkym počtom položiek testu v kombinácii so štruktúrou testu zodpovedajúcou rozlišovaciemu testu však spochybňujú korektnosť výstupu testu – úspešnosť žiaka v teste. K získaniu takéhoto údaja by oveľa viac vyhovoval test absolútneho výkonu (CR test), avšak s oveľa vyšším počtom položiek. Dobre zostavený test absolútneho výkonu, ktorého výstupom je stupeň zvládnutia učiva (úspešnosť žiaka) podľa vopred stanovených kritérií, by totiž podľa odbornej literatúry mal mať všetky oblasti uvedené v Cieľových požiadavkách na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky zastúpené dostatočným počtom položiek. Pritom od zvládnutia testu EČ MS žiakom na určitej úrovni určenej súčasnou legislatívou záleží úspešné vykonanie MS žiaka z matematiky.

Záver

Na vyhodnotenie výsledkov testu riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky sa môžeme pozerat' z hľadiska kvality výkonu žiakov, ako aj z hľadiska kvality meracieho nástroja – testu, pričom tieto dva aspekty sú navzájom prepojené.

Test riešilo 7 205 maturantov. Počet žiakov v jednotlivých krajoch bol vyrovnaný. Podľa zriaďovateľa významne viac žiakov bolo zo štátnych škôl, zvyšok boli žiaci cirkevných a súkromných škôl. V rozdelení podľa druhu školy viac ako dve tretiny žiakov boli žiaci gymnázií. Viac ako polovica maturantov bola zo škôl s celkovým počtom žiakov väčším ako 300 a menším ako 600. Podiel chlapcov a dievčat bol približne 2 : 1 v prospech chlapcov. Priemerná známka testovaných žiakov na polročnom vysvedčení z matematiky bola 2,05.

Priemerná úspešnosť celého súboru (národný priemer) bola 54,4 %. Ukázalo sa, že výkon žiakov podľa krajov bol vyrovnaný. Rozdiel vo výsledkoch medzi žiakmi škôl rôznych zriaďovateľov bol zanedbateľný. Z hľadiska druhu školy, výkon žiakov gymnázií (priemerná úspešnosť 61,0 %) bol silne vecne významne lepší ako výkon žiakov stredných odborných škôl, ktorých priemerná úspešnosť bola 39,1 %. Gymnazisti boli vo všetkých oblastiach testu lepší ako žiaci stredných odborných škôl. Rozdiely vo výsledkoch žiakov škôl s rôznym celkovým počtom žiakov sme nepozorovali. Aj keď test z matematiky písalo viac chlapcov ako dievčat, 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. Súlad polročnej klasifikácie žiakov z predmetu s matematickým zameraním a ich výkonu v teste bol väčší u žiakov gymnázií ako u žiakov stredných odborných škôl. Dosiiahnuté 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. Reliabilita testu bola primeraná. Cronbachovo $\alpha = 0,85$ potvrdilo vysokú presnosť merania. Aj ďalšie parametre testu svedčili o uspokojivej rozlišovacej sile testu. O kvalite testu vypovedala aj kvalita jednotlivých položiek: obťažnosť, citlivosť, neriešenosť a predovšetkým konzistentnosť položiek (medzipoložková korelácia). Nepriaznivú hodnotu niektorej štatistickej charakteristiky vykázalo trinásť položiek testu. Položky č. 1, 2, a 24 obťažnosť vyššiu ako 80 %, položka č. 29 obťažnosť nižšiu ako 20 %, položky č. 15 a 18 neriešenosť vyššiu ako 20 %, položky č. 1, a 7 citlivosť nižšiu ako 30 % a položky č. 1, 6, 7, 12, 22, 25, 26, 27 a 29 koeficient medzipoložkovej korelácie nižší ako 0,30.

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 algebraického výpočtu. Prejavila sa značná neochota veľkej skupiny žiakov riešiť tieto úlohy. Opäť sme zaznamenali nižšiu priemernú úspešnosť žiakov pri riešení úloh z tematického celku Funkcie. Ukázali sa aj pretrvávajúce nedostatky pri riešení výpočtových úloh z geometrie, najmä u žiakov stredných odborných škôl.

Úspešné zvládnutie obsahu predmetu matematika podľa Štátneho vzdelávacieho programu nie je postačujúce na úspešné absolvovanie maturitnej skúšky z matematiky, ktorej obsah je stanovený Cieľovými požiadavkami na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. Preto je potrebné zabezpečiť v oboch druhoch stredných škôl možnosť osobitnej prípravy žiakov na maturitnú skúšku z matematiky v požadovanom rozsahu.

Vo vyučovaní je potrebné klásť dôraz na úlohy a zadania vyžadujúce tvorivý prístup žiaka, aplikáciu a vzájomné prepojenie poznatkov z rôznych oblastí matematiky, prácu s informáciami, grafmi, tabuľkami. V ešte väčšej miere je nutné precvičovať stratégiu riešenia metrických úloh v planimetrii a stereometrii. Dostatočný priestor je potrebné venovať matematizácii problémov z bežného života, precvičovaniu algebraických zručností potrebných pri vysokoškolskom štúdiu a úlohám podporujúcim pozornosť, sústredenosť a dôslednosť žiaka počas ich riešenia 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 2008.
3. Hajdúk, M.: Teória odpovede na položku. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2013.
4. Hendl, J.: Přehled statistických metod zpracování dát. Portál: Praha 2004.
5. Hrabal, V. – Lustigová, Z. – Valentová, L.: Testy a testování ve škole. Pedagogická fakulta UK: Praha 1992.
6. Grošeková, M.: Jazykové skúšky a štandardizované testy 1. časť. In: Bulletin SAIA Slovenská akademická informačná agentúra, Informačný mesačník o štúdiu v zahraničí č. 9, ročník XIV, september 2004.
7. Jelínek, M. – Květon, P. – Vobořil, D.: Testování v psychologii. Teorie odpovědi na položku a počítačové adaptivní testování. Grada Publishing: Praha 2011.
8. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2010.
9. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Maturitná skúška 2011. Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2011.
10. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Maturitná skúška 2012. Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2012.
11. Juščáková, Z. – Ringlerová, V.: Príručka. Vysvetlenie pojmov používaných v správach zo štatistického spracovania testov EČ MS. NÚCEM: Bratislava 2009.
12. Kolektív: Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
13. Marko, M.: Správa zo štatistického vyhodnotenia maturitného testu z matematiky 2014 (forma 2106). Analýza prostredníctvom IRT. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2014.
14. Špecifikačná tabuľka testu z matematiky. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2013.
15. Lapitka, M.: Tvorba a použitie didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 1996.
16. Ringlerová, V.: Externá časť maturitnej skúšky 2014. Záverečná správa zo štatistického spracovania testu z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2014.
17. Ritomský, A. – Zelmanová, O.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní. Položková a multivariačná analýza s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2003.
18. Ritomský, A. – Zelmanová, O. – Zelman, J.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2002.
19. Rosa, V.: Metodika tvorby didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 2007.

20. SPSS Base 10.0 User`s Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1999.
21. SPSS Base 7.0 Syntax Reference Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1996.
22. Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
23. Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie. ŠPÚ: Bratislava 2009.
24. Štátny vzdelávací program. Matematika (Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami). Príloha ISCED 3A. ŠPÚ: Bratislava 2009.
25. Turek, I.: Učiteľ a didaktické testy. Metodické centrum: Bratislava 1996.
26. Turek, I.: Učiteľ a pedagogický výskum. Metodické centrum: Bratislava 1998.
27. Urbánek, T. – Denglerová, D. – Sirůček, J.: Psychometrika. Měření v psychologii. Portál: Praha 2011.
28. Vzdelávací štandard pre študijné odbory, ktorých absolvovaním žiak získa úplné stredné odborné vzdelanie. ŠPÚ: Bratislava 2013.
29. Wimmer, G.: Štatistické metódy v pedagogickom výskume. Gaudeamus: Hradec Králové 1993.
30. URL: <https://www.scio.cz/o-vzdelavani/teorie-a-metodika-testu/> (28. 08. 2014)

Príloha – 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**

(priem. úsp. – 1,96 . štand. odchýlka; priem. úsp. + 1,96 . štand. odchýlka),
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**

(priem. úsp. – 1,96 . štand. ch. priem. úsp.; priem. úsp. + 1,96 . štand. ch. priem. úsp.),
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**

(priem. úsp. – 1,96 . štandardná ch. merania; priem. úsp. + 1,96 . štandardná ch. merania),
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. Koeficientom reliability testu 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. 49 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. 50 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 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. 51 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 danej položke v danej výkonnostnej skupine.

Citlivosť (rozlišovacia sila položky) je schopnosť položky rozlíšiť dobrých a slabších 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.

Tab. 52 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.

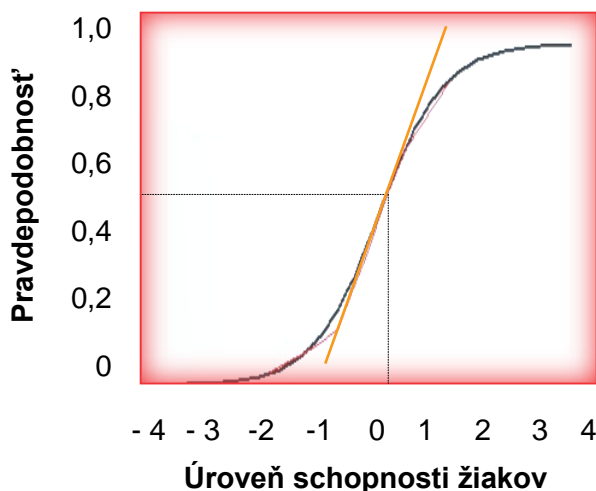
Žiak vynechal položku, ak na danú úlohu neodpovedal, ale na niektorú ďalšiu úlohu áno. Za nedosiahnutú považujeme položku, po ktorej už žiak žiadnu položku neriešil. Nedosiahnutosť poslednej položky určujeme ako nedosiahnutosť predposlednej položky. Za kritickú považujeme hodnotu neriešenosti vyššiu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

Teória odpovede na položku (Item Response Theory – IRT)

Pri vyhodnocovaní testu MAT14 a jeho položiek sa použil dvojparametrový model. Vyhodnocovanými parametrami boli obťažnosť položky a rozlišovacia schopnosť položky.

Najprv sa hľadal najvhodnejší dvojparametrový model vhodný pre vyhodnotenie výsledkov testu MAT14 a jeho položiek overovaním zhody vybraných modelov so vstupnými dátami – výsledkami žiakov. Po výbere najvhodnejšieho modelu sa pomocou modelu odhadli parametre a charakteristická krivka každej položky testu (kalibrácia položiek) a úroveň schopnosti jednotlivých testovaných žiakov.

Charakteristická krivka položky (výrazná čierna krivka tvaru normálnej ogivy) je grafické vyjadrenie závislosti pravdepodobnosti výberu správnej odpovede od úrovne matematickej schopnosti žiaka. Je to teoretický konštrukt očakávanej pravdepodobnosti výberu správnej odpovede podľa úrovne schopnosti žiakov vytvorený na základe modelu. Skutočná pravdepodobnosť výberu správnej odpovede (menej výrazná červená čiara) v závislosti od schopnosti žiakov by mala tesne „kopírovať“ charakteristickú krivku položky. Ak položka a jej charakteristická krivka nie sú v súlade s modelom, pravdepodobne je položka problematická a najčastejšie sa pri odhade celkových parametrov testu z celkového vyhodnocovania vynecháva.



Obr. 36 Pravdepodobnosť výberu správnej odpovede na položku podľa úrovne schopnosti žiakov

Obťažnosť položky sa určuje ako hodnota tej úrovne schopnosti žiakov, pri ktorej pravdepodobnosť stanovenia správnej odpovede je 0,5. Priemerná obťažnosť položky je 0,0. Položky so zápornou hodnotou obťažnosti sú jednoduchšie, naopak čím väčšia je kladná hodnota obťažnosti položky, tým je položka náročnejšia.

Rozlišovacia schopnosť položky vyjadruje, ako kvalitne položka rozlišuje žiakov podľa pravdepodobnosti určenia správnej odpovede na základe schopnosti žiakov. Číselne sa určuje ako smernica dotyčnice charakteristickej krivky položky v bode, v ktorom pravdepodobnosť voľby správnej odpovede na položku dosahuje hodnotu 0,5 (priamka zobrazená oranžovou farbou na Obr. 36). Čím je charakteristická krivka položky strmšia, tým väčšia je hodnota rozlišovacej schopnosti položky a tým lepšie položka rozlišuje žiakov. Rozlišovacia schopnosť položiek, pri ktorých sa so zvyšovaním úrovne schopnosti žiakov zvyšuje aj pravdepodobnosť výberu správnej odpovede (rastúci priebeh charakteristickej krivky položky), sa nachádza najčastejšie v intervale $(0; 2)$. Za veľmi dobre rozlišujúce položky pre žiakov všetkých úrovní matematickej schopnosti považujeme položky s hodnotou rozlišovacej schopnosti vyššou ako 1,0, ktoré zároveň nie sú veľmi ľahké alebo veľmi obťažné.

IRT model dokáže odhadnúť aj **úroveň schopnosti** (latentnú schopnosť) jednotlivých testovaných **žiakov** (schopnosť vyriešiť matematickú úlohu a určiť jej správnu odpoveď) podľa správnosti odpovedí žiakov na jednotlivé položky testu líšiace sa obťažnosťou a rozlišovacou schopnosťou. Priemerná úroveň schopnosti žiaka zodpovedá hodnote 0,0. Záporné hodnoty vypovedajú o slabších schopnostiach žiakov, čím väčšie kladné hodnoty naopak o veľmi dobrých schopnostiach.

Veľkou výhodou spracovania výsledkov testu IRT metódou je možnosť zobraziť na jednu spoločnú škálu obťažnosť položiek a úroveň schopnosti žiakov a tak ich navzájom porovnať. V grafoch sa zobrazujú na vodorovnú os x . Na zvislú os y sa najčastejšie zobrazuje pravdepodobnosť výberu odpovede. Z porovnania oboch kriviek môžeme zistiť, ktorej skupine žiakov podľa úrovne schopnosti test a jeho položky najviac vyhovovali a či test a jeho položky boli svojou obťažnosťou primerané úrovni schopnosti testovaných žiakov.

Informačná funkcia položky je krivka, ktorou sa zobrazuje množstvo informácií, ktoré položka prináša o žiakoch rôznych úrovní schopnosti. Ľahké položky spravidla prinášajú najviac informácií o slabších žiakoch. Obťažnejšie položky práve naopak. Záleží aj na rozlišovacej schopnosti položky. Položky s vyššou rozlišovacou schopnosťou prinášajú viac informácií o žiakoch rôznych úrovní schopnosti. Súčet informačných funkcií všetkých položiek je **informačná funkcia testu**. Určuje, o ktorej skupine žiakov podľa úrovne schopnosti prináša test najviac informácií.

Graf **chyby merania** naopak určuje, pre ktorú skupinu žiakov podľa úrovne schopnosti má vyhodnocovaný test najmenšiu chybu merania, kde meria najpresnejšie. Grafy Informačnej funkcie a chyby merania testu je možné súčasne umiestniť do jedného obrázka a tak jednoduchšie sledovať, ako sa mení chyba merania v závislosti od množstva informácií, ktoré test prináša.

Pri vyhodnocovaní uzavretých položiek s výberom odpovede je možné sledovať nielen pravdepodobnosť výberu správnej odpovede v závislosti od úrovne schopnosti žiakov, ale aj preferenciu a zmenu preferencie voľby jednotlivých distraktorov v závislosti od úrovne schopnosti žiakov.

Príklad:



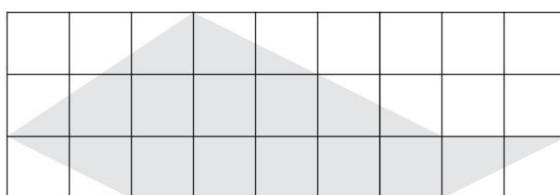
Obr. 37 Pravdepodobnosť výberu odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov

Čiernou rastúcou krivkou je zobrazená pravdepodobnosť výberu správnej odpovede (E). Graf zobrazuje náročnú položku. Pravdepodobnosť 0,5 výberu správnej odpovede (E) dosiahli až žiaci s úrovňou schopnosti takmer 1,5 (hodnota obťažnosti položky). Priemerní žiaci s úrovňou schopnosti 0,0 by vybrali správnu odpoveď (E) s pravdepodobnosťou len asi 0,3. Rôznymi farbami sú znázornené krivky pravdepodobnosti výberu distraktorov. Legenda je uvedená vpravo vedľa grafu. Z distraktorov pravdepodobnosť výberu distraktora (D) znázorneného oranžovou krivkou je u žiakov všetkých úrovní schopnosti najvyššia. Dokonca s narastajúcou úrovňou schopnosti žiakov sa pravdepodobnosť výberu distraktora (D) zvyšuje. Takýto distraktor alebo nebol vhodne zaradený medzi možné odpovede na úlohu alebo obsahoval odpoveď, v ktorej bola typická žiacka chyba pri riešení úlohy, ktorej sa dopúšťajú aj šikovnejší žiaci. Ostatné distraktory (A), (B) a (C) znázornené krivkami s červenou, zelenou a modrou farbou sa správali podľa predpokladov. Slabší žiaci s úrovňou schopnosti menšou ako 0,0 ich volili s väčšou pravdepodobnosťou ako správnu odpoveď (E).

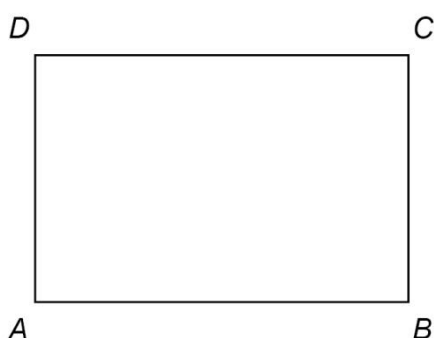
Pravdepodobnosť výberu distraktorov sa s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov znižovala a nadpriemerní žiaci (s úrovňou schopnosti vyššou ako 0,0) si volili častejšie správnu odpoveď (E) než distraktory. Zo strmosti priebehu krivky pravdepodobnosti výberu správnej odpovede (E) zobrazenej čiernou farbou môžeme usudzovať o rozlišovacej schopnosti položky. Na uvedenom grafe krivka rástla veľmi mierne, rozlišovacia sila položky bola preto veľmi malá. Krivka strmšie rastie až pre úroveň schopnosti žiakov v intervale $(-0,5; 0,5)$, v ktorom rozlišuje najlepšie.

Zadania úloh testu MAT14 – 2106

- 01.** V rodinnom albume je 77 fotografií, na ktorých sú dvojčky Adam alebo Jana. Obe dvojčky sú spolu na 30 fotografiách. Fotografií, na ktorých je len Jana, je o 5 viac ako fotografií, na ktorých je len Adam. Na koľkých fotografiách albumu je len Jana?
- 02.** Dĺžka strany každého malého štvorčeka na obrázku je 1 cm. Všetky vrcholy vyznačeného útvaru na obrázku sú vo vrcholoch malých štvorčekov. Vypočítajte v centimetroch obsah vyznačeného útvaru na obrázku.

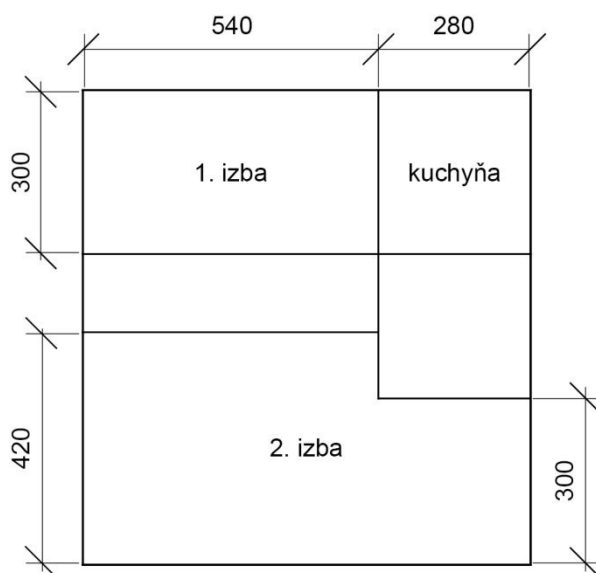


- 03.** Súčet prvého a piateho člena aritmetickej postupnosti je 6, súčet druhého a tretieho člena postupnosti je 1. Určte hodnotu prvého člena tejto aritmetickej postupnosti.
- 04.** Obdĺžnik $ABCD$ má rozmery $|AB| = 8$ cm a $|BC| = 6$ cm. Množina všetkých bodov obdĺžnika $ABCD$, ktoré majú rovnakú vzdialenosť od vrcholov B a C , je úsečka. Určte v centimetroch dĺžku tejto úsečky.



- 05.** Výraz $(x - 3) \cdot (2x + 1)^2$ s premennou x sa po úprave a zjednodušení dá zapísať v tvare $ax^3 + bx^2 + cx + d$, kde a, b, c, d sú celé čísla. Určte číslo b .

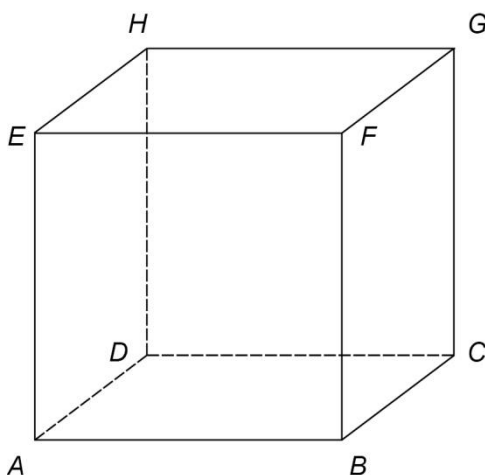
- 06.** Na obrázku je nakreslený pôdorys dvojizbového bytu. Rozmery sú uvedené v centimetroch. Výška všetkých miestností je 280 cm. Majiteľ bytu plánuje klimatizovať priestor väčšej izby. Určte vo wattoch minimálny potrebný výkon klimatizačného zariadenia väčšej izby, ak na klimatizovanie 1 metra kubického priestoru je potrebný výkon 31 wattov.



- 07.** Nahradte vo štvorcifernom čísle A 37B písmená A a B číslicami tak, aby z čísla A 37B vzniklo najväčšie číslo deliteľné číslom 12. Zistite a zapíšte do odpovedového hárka toto štvorciferné číslo.

(Ak je číslo deliteľné číslom 3 a zároveň číslom 4, tak je deliteľné aj číslom 12.)

- 08.** Graf funkcie $f: y = x^2 + 2x - 3$ má dva priesečníky s osou x . Určte vzdialenosť týchto priesečníkov.
- 09.** Daná je kocka $ABCDEFGH$. Vypočítajte v stupňoch veľkosť uhla priamky BH a roviny ADE .

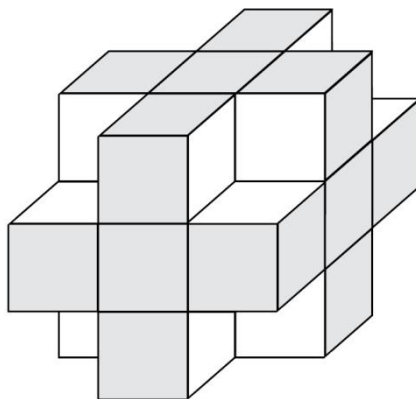


10. Určte najmenšie celé číslo, ktoré vyhovuje sústave nerovnic s neznámou x :

$$\frac{2x - 11}{2} + \frac{19 - 2x}{2} < 2x$$

$$3x > -3$$

11. Predmet na reklamné účely bol vyrobený tak, že z každého vrcholu kocky s hranou dlhou 9 cm sa odrezala malá kocka s hranou dlhou 3 cm (pozrite obrázok). Na záver sa povrch vyrobeného predmetu pozlátil. V dielni bolo vyrobených 25 rovnakých predmetov. Určte, koľko gramov zlata sa spotrebovalo na pozlátenie všetkých vyrobených predmetov, ak 1 g zlata vystačí na pozlátenie plochy s veľkosťou 50 cm^2 .



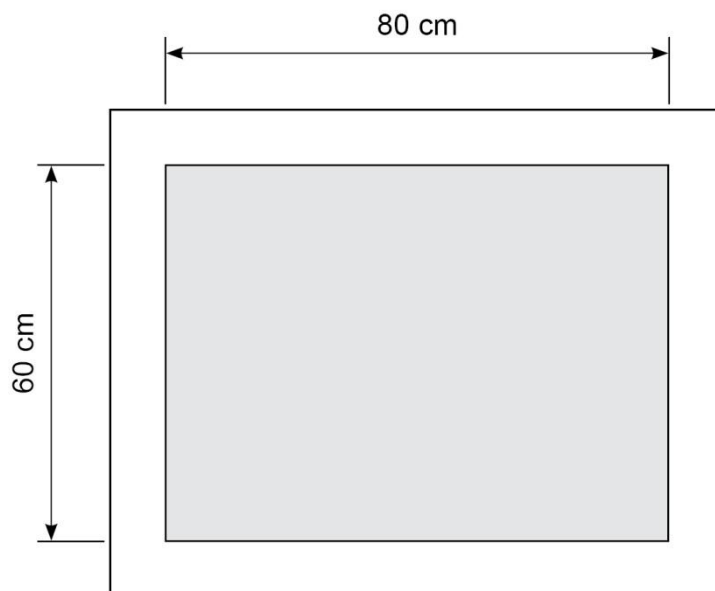
12. Na začiatku pokusu je vo vzorke 100 baktérií. Po uplynutí 24 hodín sa počet baktérií vo vzorke vždy zdvojnásobí. Pre jednoduchosť predpokladáme, že do konca pokusu ani jedna baktéria nezahynie. Určte, po koľkých dňoch bude vo vzorke 25 600 baktérií.

13. Daná je funkcia $f: y = 3x - 4$. Funkcia f^{-1} je inverzná k funkcii f . Vypočítajte číslo x , pre ktoré platí $f^{-1}(x) = 0$.

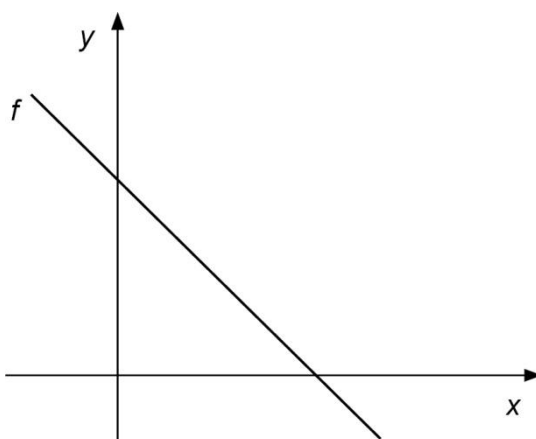
14. Na šachovom turnaji hral každý účastník s každým z ostatných účastníkov jeden zápas. Zistite počet účastníkov turnaja, ak sa na turnaji odohralo celkove 210 zápasov.

15. Grafy funkcií $f: y = \log(x - 2)$ a $g: y = 2$ sa pretínajú v bode $A [p; q]$. Vypočítajte číslo p .

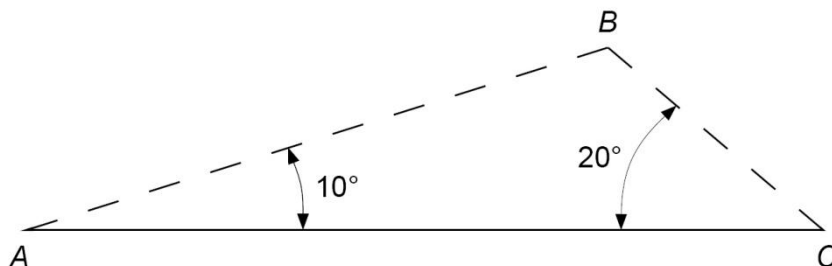
16. Olejomaľba tvaru obdĺžnika s rozmermi 80 cm a 60 cm je vložená do rámu s rovnakou šírkou po celom obvode olejomaľby (pozrite obrázok). Obsah olejomaľby je $\frac{16}{5}$ -krát väčší ako obsah celého rámu. Vypočítajte v centimetroch šírku rámu olejomaľby.



17. V osudí je 8 bielych a 7 čiernych guľôčok. Určte, koľko čiernych guľôčok treba pridať do osudia, aby následne pri ťahu jednej guľôčky pravdepodobnosť vytiahnutia čiernej guľôčky bola 0,8.
18. Kružnica opísaná pravouhlému trojuholníku je určená rovnicou $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 20 = 0$. Určte dĺžku prepony pravouhlého trojuholníka.
19. Určte hodnoty reálnych čísel a , b v predpise funkcie $f: y = ax + b$ tak, aby graf funkcie f a súradnicové osi x a y určovali rovnoramenný pravouhlý trojuholník (pozrite obrázok) s obsahom 8. Do odpovedového hárka zapíšte súčet $a + b$.



20. Vzďialenosť miest A a C na rovnej ceste je 200 m. Medzi miestami A a C sa nad cestou vznáša balón B . Z miesta A je možné pozorovať balón B pod výškovým uhlom 10° , z miesta C pod výškovým uhlom 20° (pozrite obrázok). Určte zaokrúhlene na celé metre, o koľko je vzdušná vzdialenosť balóna B od miesta C menšia ako od miesta A .



21. V triede je 20 žiakov. Výška jednotlivých dievčat triedy je 148 cm, 152 cm, 150 cm, 151 cm a 159 cm. Priemerná výška všetkých chlapcov tejto triedy je 172 cm. Určte priemernú výšku všetkých žiakov triedy.

- (A) 155 cm
- (B) 162 cm
- (C) 165 cm
- (D) 167 cm
- (E) 169 cm

22. Určte počet všetkých dvojciferných čísel, ktorých druhá mocnina sa končí číslicou 6.

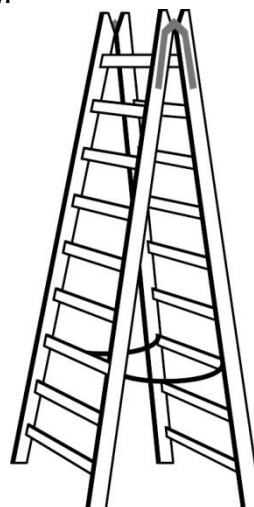
- (A) 20
- (B) 18
- (C) 15
- (D) 10
- (E) 9

23. Daná je funkcia $f: y = \frac{2-3x}{x+1}$. Určte rovnice asymptot grafu funkcie f .

- (A) $x = -1, y = \frac{3}{2}$
- (B) $x = \frac{3}{2}, y = -1$
- (C) $x = -1, y = -3$
- (D) $x = -3, y = -1$
- (E) $x = -1, y = -2$

24. Ramená dvojitého rebríka majú dĺžku 245 cm. Po roztvorení rebríka (pozrite obrázok) ramená zvierajú uhol 40° . Určte zaokrúhlene na celé centimetre výšku takto roztvoreného rebríka (vzdialenosť najvyšších bodov rebríka od podlahy).

- (A) 230
- (B) 208
- (C) 188
- (D) 157
- (E) 84



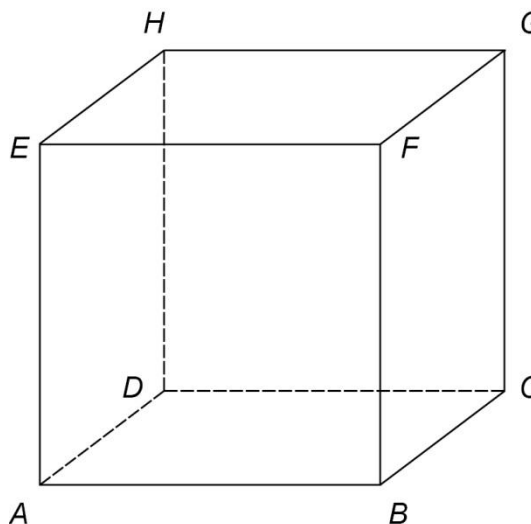
25. Dané sú body $A [2; 2]$ a $B [4; 10]$. Určte smernicu osi úsečky AB .

- (A) -4
- (B) $-\frac{1}{4}$
- (C) $\frac{1}{4}$
- (D) 4
- (E) $\frac{27}{4}$

26. Určte počet všetkých rôznych rovín, z ktorých každá obsahuje práve dve telesové uhlopriečky kocky.

(Telesová uhlopriečka kocky je úsečka spájajúca dva vrcholy kocky, ktorá neleží v žiadnej stene kocky.)

- (A) 24
- (B) 12
- (C) 8
- (D) 6
- (E) 4



27. Ak rozvinieme do roviny plášť rotačného kužeľa, dostaneme polkruh s polomerom 1 dm (pozrite obrázok). Vypočítajte v decimetroch kubických objem tohto kužeľa.

(Plášť kužeľa tvoria všetky strany kužeľa. Strana kužeľa je úsečka spájajúca vrchol kužeľa s ľubovoľným bodom kružnice podstavy kužeľa.)

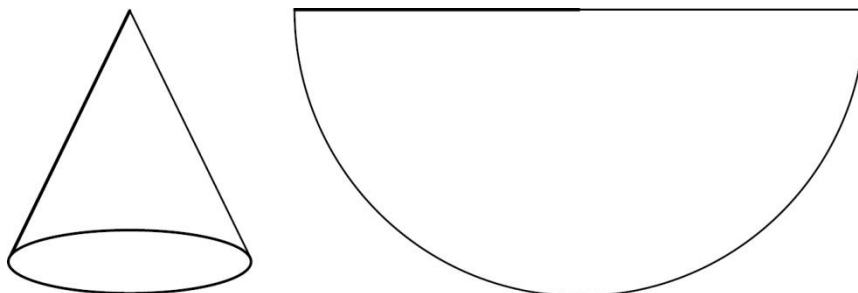
(A) $\frac{\pi\sqrt{3}}{24}$

(B) $\frac{\pi\sqrt{3}}{8}$

(C) $\frac{\pi}{12}$

(D) $\frac{\pi\sqrt{3}}{6}$

(E) $\frac{\pi}{16}$



28. Pravidelný ihlan $ABCDV$ so štvorcovou podstavou je umiestnený v súradnicovej sústave tak, ako znázorňuje obrázok. Vrchol ihlana má súradnice $V[2; 2; 6]$. Určte vzdialenosť vrcholu D od stredu úsečky VB .

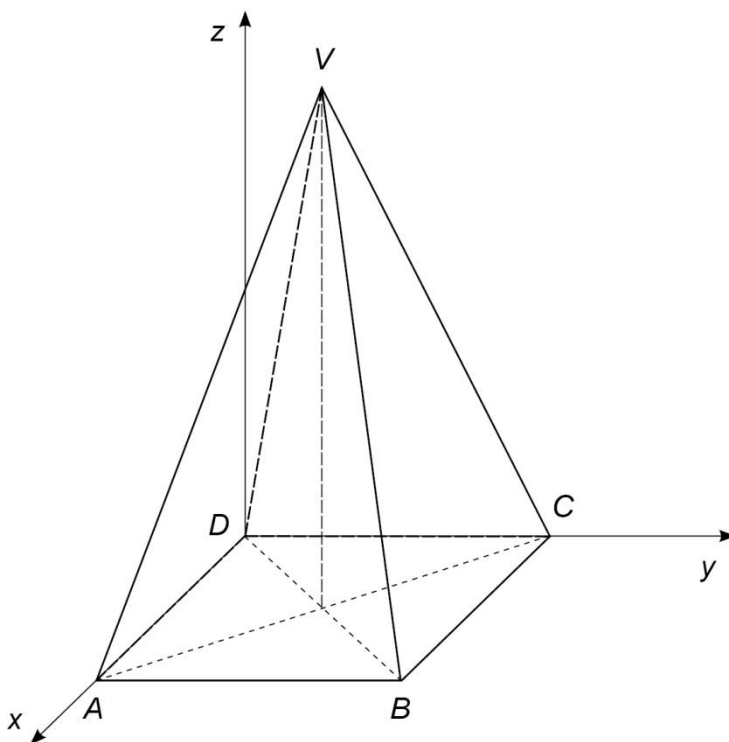
(A) $3\sqrt{3}$

(B) $4\sqrt{2}$

(C) $2\sqrt{11}$

(D) $\sqrt{11}$

(E) $2\sqrt{2}$



29. Určte pravdivostnú hodnotu výrokov V1 až V5:

V1: Existuje prvočíslo deliteľné tromi.

V2: Všetky prvočísla sú nepárne.

V3: Existuje celé číslo, ktoré nie je racionálne.

V4: Existuje iracionálne číslo, ktoré možno zapísať ako podiel dvoch prirodzených čísel.

V5: Existuje iracionálne číslo, ktoré má desatinný periodický rozvoj.

Koľko z výrokov V1 až V5 je pravdivých?

(A) 0

(B) 1

(C) 2

(D) 3

(E) 4

30. Dané sú funkcie f_1 až f_5 :

$$f_1: y = \cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$f_2: y = -\cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$f_3: y = -\cos\left(x - \frac{3\pi}{2}\right)$$

$$f_4: y = -\cos\left(x + \frac{3\pi}{2}\right)$$

$$f_5: y = -\sin(-x)$$

Štyri z piatich daných funkcií f_1 až f_5 majú po zakreslení do jednej súradnicovej sústavy totožný, navzájom sa prekrývajúci graf. Odlišný graf má funkcia:

(A) f_1

(B) f_2

(C) f_3

(D) f_4

(E) f_5