



Maturitná skúška 2024

Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky

PaedDr. Lucia Ficová, PhD.

PaedDr. Janka Kurajová Stopková, PhD.

Mgr. Jakub Mikuška, PhD.

Mgr. Martina Pigová

RNDr. Miroslav Repovský

Bratislava 2024

Obsah

Úvod	4
1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky a testovaní žiaci	5
1.1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky	5
1.2 Testovaní žiaci	7
2 Výsledky testu EČ MS z matematiky	12
2.1 Všeobecné výsledky	12
2.2 Analýza rozdielov vo výsledkoch	15
3 Interpretácia výsledkov testu	24
3.1 Porovnanie variantov testu a charakteristika položiek	24
3.2 Súhrnné charakteristiky položiek	27
3.3 Analýza vedomostí a kognitívnych procesov podľa revidovanej Bloomovej taxonómie	33
3.4 Druh kontextu	36
3.5 Obsahové oblasti	37
Literatúra	62
Príloha	63

Vysvetlivky

MS	– maturitná skúška
EČ MS	– externá časť maturitnej skúšky
RT EČ MS	– riadny termín externej časti maturitnej skúšky
ÚFIČ	– ústna forma internej časti (maturitnej skúšky)
GYM	– gymnáziá
SOŠ	– stredné odborné školy
ŠUP	– škola umeleckého priemyslu
SŠŠ	– stredné športové školy
ÚVO	– úloha s výberom odpovede
ÚKO	– úloha s krátkou odpoveďou
BA	– Bratislavský kraj
TT	– Trnavský kraj
TN	– Trenčiansky kraj
NR	– Nitriansky kraj
ZA	– Žilinský kraj
BB	– Banskobystrický kraj
PO	– Prešovský kraj
KE	– Košický kraj
P. Bis.	– Point Biserial, parameter medzipoložkovej korelácie
r	– korelačný koeficient, koeficient vecnej signifikancie
CTT	– klasická testová teória
IRT	– teória odpovede na položku
SE	– štandardná chyba priemernej úspešnosti
Vec. Sig.	– vecná významnosť (signifikancia)
MAT24	– označenie testu z matematiky pre marcový termín EČ MS v roku 2024
položka (testová)	– príklad, úloha, otázka v teste hodnotená (0, 1) v hrubom skóre

Úvod

Dňa **14. marca 2024** sa na stredných školách v SR konal marcový (riadny a opravný) termín externej časti maturitnej skúšky (EČ MS) z matematiky.

Cieľom EČ MS je porovnať a zhodnotiť vedomosti a zručnosti maturantov pomocou jednotného testovacieho nástroja. Vysoká objektivita a validita skúšky zaručujú prostredníctvom percentilu porovnateľnosť výsledkov žiakov z celého Slovenska, ktorí konali skúšku v rovnakom termíne a riešili rovnaké úlohy. Správa dokladuje korektnosť a exaktnosť testu EČ MS z matematiky a spracovania jeho výsledkov.

Správa je rozdelená na tri časti. Prvá časť sa zameriava na charakteristiku testu z matematiky, jeho základné atribúty a štruktúru testovaných žiakov. V druhej časti uvádzame všeobecné informácie o kvalite samotného testovacieho nástroja a interpretujeme rozdiely vo výsledkoch testu podľa druhu školy, kraja, zriaďovateľa školy, pohlavia, dĺžky štúdia, známky, formy štúdia a vyučovacieho jazyka. Sprístupňujeme tiež rozdelenie testovaných žiakov podľa úspešnosti.

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

V závere sumarizujeme štatistické zistenia smerované k hodnoteniu výkonov populačného ročníka a k overeniu meracieho nástroja, prípadne identifikujeme jeho slabiny v záujme budúceho skvalitnenia tvorby testov. Dovolili sme si uviesť aj odporúčania pre skvalitnenie práce učiteľov matematiky, ktoré vyplynuli z analýzy výsledkov maturitného testu z matematiky v školskom roku 2023/2024.

1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky a testovaní žiaci

1.1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky

Test EČ MS z matematiky bol zostavený ako porovnávací, rozlišujúci test relatívneho výkonu (norm-referenced NR test), s cieľom usporiadať všetkých maturujúcich žiakov (riešiacich rovnaký test v rovnakom čase) do poradia podľa priradeného percentilu.

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

Test EČ MS z matematiky bol určený maturantom všetkých druhov stredných škôl. Obsahoval 30 úloh, ktoré vychádzali z Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. Tematický celok Základy matematiky bol v teste zastúpený siedmimi úlohami, Funkcie ôsmimi, Planimetria šiestimi, Stereometria piatimi a tematický celok Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika (ďalej aj KPŠ) štyrmi úlohami.

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

Podľa náročnosti myšlienkového operácie, ktorú musel žiak zvládnuť na vyriešenie úlohy, boli položky v teste zaradené do nasledovných skupín dimenzie kognitívnych procesov podľa Revidovanej Bloomovej taxonómie (ďalej aj RBT):

1. Zapamätanie – vybavenie si znalostí z dlhodobej pamäte,
2. Porozumenie – konštruovanie významu na základe získaných vedomostí,
3. Aplikácia – použitie postupu alebo štruktúry v rôznych situáciách,
4. Analýza – rozloženie na časti a určenie ich vzájomných vzťahov,
5. Hodnotenie – posúdenie podľa daných kritérií,

6. Tvorba – Spájanie častí a vytvorenie nového celku, alebo originálneho riešenia.

Úlohy sme zaraďovali do dimenzií vedomostí podľa RBT:

1. Faktické vedomosti – vedomosti a poznatky o jednotlivostiach a zložkách a ich špecifických detailoch,
2. Konceptuálne vedomosti – vedomosti o vzťahoch medzi prvkami v rámci väčších štruktúr,
3. Procedurálne vedomosti – vedomosti o špecifických postupoch, metódach, algoritmoch,
4. Metakognitívne vedomosti – vedomosti o poznaní, ale tiež o uvedomení si vlastného poznania.

Úlohy testu bolo možné riešiť pomocou kalkulačky, ktorá umožňovala obvyklé operácie a výpočet hodnôt funkcií. Bolo povolené používať kalkulačku, ktorá nie je súčasťou mobilného telefónu, nedokáže vykresľovať grafy, zjednodušovať algebrické výrazy obsahujúce premenné a počítat korene rovníc. Žiaci mohli použiť prehľad základných matematických vzťahov uvedený na poslednom liste testu.

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

Pripravené boli dva varianty testu, ktoré sa líšili poradím položiek a distraktorov. Zadania úloh testu boli preložené do maďarského jazyka pre žiakov zo škôl s vyučovacím jazykom maďarským. Zdravotne znevýhodnení žiaci riešili test s graficky upraveným zadáním úloh (veľkosť písma, riadkovanie, zvýraznenie textu, úprava obrázkov). Test bol administrovaný formou papierového výtlačku. Výtlačok testu obsahoval dva bezpečnostné prvky (čiarový kód a úzky pásik geometrických vzorov, osobitý pre každý jednotlivý test).

1.2 Testovaní žiaci

Test MAT24 riešilo **4 779** žiakov z **343** škôl, čo predstavuje **11,7 %** všetkých maturujúcich žiakov v riadnom termíne (o 0,4 % viac ako v minulom roku). Oproti predchádzajúcemu roku vzrástol počet žiakov maturujúcich z matematiky o **204** a počet škôl vzrástol o **11**.

Tab. 1 Počet a percentuálne zastúpenie škôl a žiakov podľa jednotlivých krajov SR v MAT24

		Školy		Žiaci	
		Počet	%	Počet	%
Kraj	BA	55	16,0	1 021	21,4
	TT	29	8,5	436	9,1
	TN	31	9,0	451	9,4
	NR	34	9,9	444	9,3
	ZA	44	12,8	676	14,1
	BB	39	11,4	397	8,3
	PO	61	17,8	670	14,0
	KE	50	14,6	684	14,3
	Spolu	343	100,0	4 779	100,0

Najviac maturantov z matematiky bolo z Bratislavského kraja a najmenej z Banskobystrického kraja.

Tab. 2 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa pohlavia v MAT24

		Počet	%
Pohlavie	Chlapci	3 227	67,5
	Dievčatá	1 552	32,5
	Spolu	4 779	100,0

Test MAT24 riešilo približne dvakrát viac chlapcov (67,5 %) ako dievčat (32,5 %). V predchádzajúcom roku bola situácia podobná (chlapci mali zastúpenie 69,3 % a dievčatá 30,7 %).

Tab. 3 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa vyučovacieho jazyka v MAT24

Vyučovací jazyk žiaka	Počet	%
Slovenský	4 554	95,3
Maďarský	220	4,6
Ukrajinský	5	0,1
Spolu	4 779	100,0

Menej ako jeden z dvadsiatich maturantov z matematiky mal iný vyučovací jazyk ako slovenský.

Tab. 4 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa druhu školy v MAT24

		Školy		Žiaci	
		Počet	%	Počet	%
Druh školy	GYM	203	59,2	3 549	74,3
	SOS	125	36,4	1 185	24,8
	Konzervatóriá	0	0,0	0	0,0
	SŠŠ	10	2,9	39	0,8
	ŠUP	5	1,5	6	0,1
	Spolu	343	100,0	4 779	100,0

Skoro tri štvrtiny maturantov z matematiky predstavovali v roku 2024 študenti gymnázií (3 549 žiakov z 203 škôl). Necelá štvrtina maturantov študovala na stredných odborných školách (1 185 žiakov zo 125 škôl). Ani jeden maturant neštudoval na konzervatóriu a šiesti na škole umeleckého priemyslu (ŠUP). Na stredných športových školách (SŠŠ) bolo testovaných iba 39 žiakov, čo predstavuje iba 0,8 % všetkých maturantov z matematiky.

Tab. 5 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa formy štúdia v MAT24

		Počet	%
Forma štúdia	Denná	4 775	99,9
	Externá	4	0,1
	Spolu	4 779	100,0

Takmer všetci maturanti z matematiky boli žiakmi denného štúdia (4 775 žiakov). Iba štyria študovali externe.

Tab. 6 Počet a percentuálne zastúpenie škôl a žiakov podľa zriaďovateľa v MAT24

		Školy		Žiaci	
		Počet	%	Počet	%
Zriaďovateľ	Štátne školy	258	75,2	3 970	83,1
	Súkromné školy	36	10,5	220	4,6
	Cirkevné školy	49	14,3	589	12,3
	Zahraničný subjekt	0	0,0	0	0,0
	Spolu	343	100,0	4 779	100,0

Rozdelenie maturantov z matematiky podľa zriaďovateľa nebolo rovnomerné. Najviac, 3 970 žiakov, navštevovalo štátne školy, čo predstavuje 83,1 % maturantov z matematiky. Žiaci súkromných a cirkevných škôl tvorili spolu 16,9 % z celkového počtu maturantov z matematiky. V súkromných školách sa testovania zúčastnilo v priemere 6 žiakov na školu a v cirkevných školách sa testovania zúčastnilo v priemere 12 žiakov na školu, čo je menej ako v štátnych školách (priemerne 15,4 žiakov na školu), čo pravdepodobne súvisí s nižším počtom žiakov v triedach a počtom tried v súkromných a cirkevných školách v porovnaní so štátnymi školami.

Tab. 7 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov gymnázií podľa dĺžky štúdia v MAT24

		Počet	%
Dĺžka štúdia žiakov gymnázií	4-ročné	2 059	58,0
	5-ročné	573	16,1
	8-ročné	917	25,8
	Spolu	3 549	100,0

Najviac maturantov gymnazistov boli absolventi 4-ročného štúdia (o niečo menej ako tri pätiny). O niečo viac ako štvrtina maturantov gymnazistov absolvovala osemročné štúdium a najmenej zastúpení boli absolventi päťročného štúdia (16,1 %).

Tab. 8 Počet žiakov podľa druhu skúšky v MAT24

		Druh skúšky		Spolu
		Voliteľná	Dobrovoľná	
Druh školy	GYM	3 379	170	3 549
	SOŠ	0	1 185	1 185
	SŠŠ	37	2	39
	ŠUP	0	6	6
Spolu		3 416	1 363	4 779

Tab. 9 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov gymnázií podľa druhu skúšky v MAT24

		Počet	%
Druh skúšky - žiaci gymnázií	voliteľná	3 379	95,2
	dobrovoľná	170	4,8
	Spolu	3 549	100,0

Prevažná väčšina gymnazistov (95,2 %) i žiakov stredných športových škôl (94,9 %) si zvolila maturitu z matematiky ako voliteľnú – tzn. ako jeden zo svojich štyroch maturitných predmetov. Iba 170 gymnazistov a 2 žiaci stredných športových škôl, ktorí písali MAT24, si zvolili matematiku ako dobrovoľnú skúšku, tzn. nemuseli v prípade neúspechu test opakovať. Spomedzi všetkých 4 779 maturantov mali túto skúšku voliteľnú takmer tri štvrtiny (3 416) žiakov a dobrovoľnú viac ako štvrtina (1 363) žiakov.

Tab. 10 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa sociálneho prostredia v MAT24

		Počet	%
Sociálne prostredie	bez znevýhodnenia	4 778	100,0
	so znevýhodnením	1	0,0
	Spolu	4 779	100,0

Až na jedného maturanta všetci maturanti z matematiky vyrastali v prostredí bez sociálneho znevýhodnenia.

Tab. 11 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa štátnej príslušnosti v MAT24

		Počet	%
Štátna príslušnosť	SR	4 755	99,5
	Iná	24	0,5
	Spolu	4 779	100,0

Slovenskú štátnu príslušnosť mali, okrem 24, všetci maturanti z matematiky. Počet maturantov inej štátnej príslušnosti z roka na rok rastie.

Tab. 12 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa zdravotného znevýhodnenia v MAT24

		Počet	%
Zdravotné znevýhodnenie	žiaci bez ZZ	4 590	96,0
	žiaci so ZZ	189	4,0
	Spolu	4 779	100,0

Test MAT24 písalo 189 žiakov so zdravotným znevýhodnením, čo predstavuje 4,0 % maturantov z matematiky. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené presné počty žiakov podľa jednotlivých zdravotných znevýhodnení. Najväčšie zastúpenie medzi zdravotne znevýhodnenými žiakmi mali žiaci s vývinovými poruchami učenia (144 žiakov), čo predstavuje 3,0 % všetkých maturantov z matematiky.

Tab. 13 Počet a percentuálne zastúpenie žiakov podľa druhu zdravotného znevýhodnenia v MAT24

		Počet	%
Druh postihnutia	žiaci bez zdravotného znevýhodnenia	4 590	96,0
	sluchové postihnutie	2	0,0
	zrakové postihnutie	4	0,1
	telesné postihnutie	1	0,0
	chorí a zdravotne oslabení	11	0,2
	vývinové poruchy učenia	144	3,0
	poruchy aktivity a pozornosti	9	0,2
	poruchy správania	0	0,0
	narušená komunikačná schopnosť	2	0,0
	autizmus	16	0,3
	Spolu	4 779	100,0

V rámci štúdia na strednej odbornej škole 41 testovaných žiakov absolvovalo duálne vzdelávanie (3,5 % z testovaných žiakov SOŠ, 0,9 % z celkového počtu testovaných žiakov)¹.

Tab. 14 Počet žiakov podľa duálneho vzdelávania a druhu školy v MAT24

		Systém duálneho vzdelávania		Spolu
		nie	áno	
Druh školy	GYM	3 549	0	3 549
	SOŠ	1 144	41	1 185
	SŠŠ	39	0	39
	ŠUP	6	0	6
Spolu		4 738	41	4 779

¹ Od 1. septembra 2015 (Zákon o odbornom vzdelávaní a príprave č. 61/2015 Z. z.) sa zaviedol systém duálneho vzdelávania. Ide o model odborného vzdelávania a prípravy na výkon povolania, ktorým sa získavajú vedomosti, schopnosti a zručnosti potrebné pre povolanie.

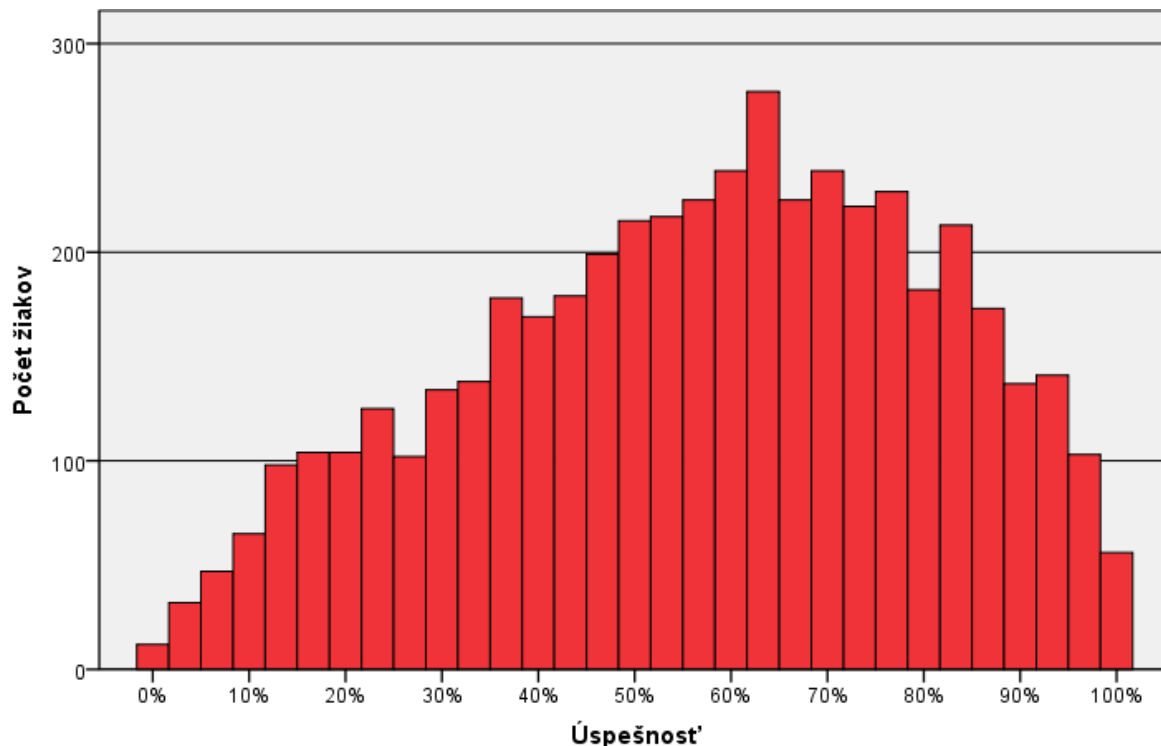
2 Výsledky testu EČ MS z matematiky

2.1 Všeobecné výsledky

V nasledujúcich tabuľkách a grafoch uvádzame kvalitatívne znaky testu a úspešnosti žiakov. Štatistické hodnoty v tabuľke 15 reprezentujú psychometrické charakteristiky testu (úspešnosť), ktoré nám dávajú podklad k interpretácii vlastností testu. Úspešnosť žiaka definujeme ako percentuálny podiel bodov za položky, ktoré žiak správne zodpovedal (hrubé skóre) z maximálneho počtu bodov 30, pričom za každé úspešné riešenie, bez ohľadu na skutočnú obtiažnosť úlohy, získal riešiteľ jeden bod.

Tab. 15 Psychometrické charakteristiky testu (úspešnosť) MAT24

	Test MAT24
Počet testovaných žiakov	4 779
Maximum	100,0
Minimum	0,0
Priemer	56,8
Štandardná odchýlka	23,8
Štandardná chyba priemernej úspešnosti	0,3
Štandardná chyba merania pre úspešnosť	7,4
Cronbachovo alfa	0,903



Obr. 1 Histogram úspešnosti žiakov v teste MAT24

Priemerná úspešnosť žiakov dosiahla hodnotu **56,8 %**, čo znamená, že MAT24 bol stredne obťažný test. Hodnota priemernej úspešnosti žiakov a tvar histogramu rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov, zodpovedajú normálnemu rozloženiu úrovne matematickej schopnosti v populácii a potvrdzujú, že úlohy testu MAT24 skutočne merali mieru matematickej schopnosti maturujúcich žiakov. Spôľahlivosť merania (reliabilita testu) určená hodnotou Cronbachovho alfa **0,903** je pre test s pomerne nízkym počtom tridsiatich položiek a pomerne vysokým zastúpením náročných položiek veľmi dobrá.

V ďalšej interpretácii nameranej hodnoty priemernej úspešnosti (národného priemeru) **56,8 %** žiakov v NR teste však musíme byť opatrní. Záver, že maturanti testovaného ročníka ovládajú učivo stredoškolskej matematiky na 56,8 % nie je možné vyvodiť, pretože uvedená hodnota je výsledkom rozlišovacieho testu a nie testu absolútneho výkonu. Nízky počet položiek testu nie je postačujúci na preskúšanie celého obsahu Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky v potrebnom rozsahu tak, aby každý dôležitý pojem alebo zručnosť boli v teste zastúpené samostatnou položkou. Zároveň je potrebné pripomenúť, že testovanie z matematiky nebolo realizované na celej populácii maturantov.

Tab. 16 Prepojenie úspešnosti a percentilu EČ MS z MAT24 (percentil je priradený žiakom z RT aj z OT – 4 805 maturantov)

Počet bodov	Úspešnosť	Percentil	Počet žiakov
0	0,0	0,0	12
1	3,3	0,2	32
2	6,7	0,9	47
3	10,0	1,9	67
4	13,3	3,3	98
5	16,7	5,3	105
6	20,0	7,5	108
7	23,3	9,8	128
8	26,7	12,4	104
9	30,0	14,6	135
10	33,3	17,4	138
11	36,7	20,3	180
12	40,0	24,0	171
13	43,3	27,6	180
14	46,7	31,3	199
15	50,0	35,5	215

Počet bodov	Úspešnosť	Percentil	Počet žiakov
16	53,3	39,9	218
17	56,7	44,5	226
18	60,0	49,2	240
19	63,3	54,2	278
20	66,7	60,0	226
21	70,0	64,7	241
22	73,3	69,7	223
23	76,7	74,3	229
24	80,0	79,1	182
25	83,3	82,9	213
26	86,7	87,3	173
27	90,0	90,9	137
28	93,3	93,8	141
29	96,7	96,7	103
30	100,0	98,8	56

Najúspešnejšiu skupinu žiakov, ktorí dosiahli úspešnosť 90,0 % a viac, tvorilo **437** žiakov, čo bolo **9,1 %** všetkých žiakov riešiacich test MAT24. Bez chyby test vyriešilo **56** žiakov, čo predstavuje **1,2 %** všetkých testovaných žiakov.

Tab. 17 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou menšou alebo rovnou 25,0 %

a) zastúpenie podľa druhu školy a pohlavia

		Pohlavie		Spolu
		Chlapci	Dievčatá	
Druh školy	GYM	44	36	80
	SOŠ	394	108	502
	SŠŠ	1	1	2
	ŠUP	1	2	3
Spolu		440	147	587

b) zastúpenie podľa druhu školy a druhu skúšky

		Druh skúšky		Spolu
		Voliteľná	Dobrovoľná	
Druh školy	GYM	73	7	80
	SOŠ	0	502	502
	SŠŠ	1	1	2
	ŠUP	0	3	3
Spolu		74	513	587

Úspešnosť nižšiu alebo rovnú 25,0 % v riadnom termíne dosiahlo 587 žiakov (12,3 % maturantov z matematiky), z tohto počtu bolo 147 (25,0 %) dievčat a 440 (75,0 %) chlapcov. Títo žiaci správne vyriešili najviac 7 úloh z 30. Z tejto skupiny 587 žiakov bolo 80 žiakov gymnázií, 502 žiakov SOŠ, 3 žiaci ŠUP a 2 žiaci SŠŠ. Z 80 žiakov gymnázií si **73 žiakov** vybralo matematiku ako voliteľný predmet, to znamená, že **títo žiaci musia opakovať maturitnú skúšku z matematiky**, aby ju úspešne vykonali. To isté platí aj pre 1 žiaka SŠŠ, pre ktorého bola matematika voliteľným predmetom. Z uvedeného vyplýva, že **74 žiakov (1,5 % maturantov z MAT) musí opakovať EČ MS z matematiky, aby úspešne vykonali MS z tohto predmetu**. Pre žiakov stredných odborných škôl je matematika dobrovoľným predmetom, výsledok neúspešnej skúšky z tohto predmetu sa do celkového výsledku maturitnej skúšky nezapočítava.

Tab. 18 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou väčšou ako 25,0 % a menšou alebo rovnou ako 33,0 %

		Pohlavie		Spolu
		Chlapci	Dievčatá	
Druh školy	GYM	54	40	94
	SOŠ	119	22	141
	SŠŠ	0	1	1
Spolu		173	63	236

Úspešnosť väčšiu ako 25,0 % a menšiu ako 33,0 % v teste MAT24 dosiahlo 236 žiakov (4,9 % zo všetkých maturantov MAT), z toho 63 (26,7 %) dievčat a 173 (73,3 %) chlapcov. Títo žiaci

správne vypočítali 8 alebo 9 úloh z 30. Ak chceli títo žiaci úspešne zmaturovať z matematiky, museli v ÚFIČ MS z matematiky získať hodnotenie tri (dobrý) alebo lepšie.

Tab. 19 Druh skúšky gymnazistov podľa pohlavia a kategórie úspešnosti

Kategórie úspešnosti			Pohlavie		Spolu
			Chlapci	Dievčatá	
Úspešnosť menšia alebo rovná 25,0 %	Druh skúšky	Voliteľná	39	34	73
		Dobrovoľná	5	2	7
	Spolu		44	36	80
Úspešnosť medzi 25,0 – 33,0 %	Druh skúšky	Voliteľná	47	38	85
		Dobrovoľná	7	2	9
	Spolu		54	40	94
Úspešnosť väčšia ako 33,0 %	Druh skúšky	Voliteľná	2 046	1 175	3 221
		Dobrovoľná	79	75	154
	Spolu		2 125	1 250	3 375
Spolu	Druh skúšky	Voliteľná	2 132	1 247	3 379
		Dobrovoľná	91	79	170
	Spolu		2 223	1 326	3 549

Úspešnosť väčšiu ako 33,0 % v teste MAT24 dosiahlo 3 375 maturujúcich gymnazistov (95,1 %). Títo žiaci správne vypočítali 10 alebo viac úloh z 30. Ak chceli títo študenti úspešne zmaturovať z matematiky, postačovalo im z ÚFIČ MS získať hodnotenie štyri (dostatočný) alebo lepšie.

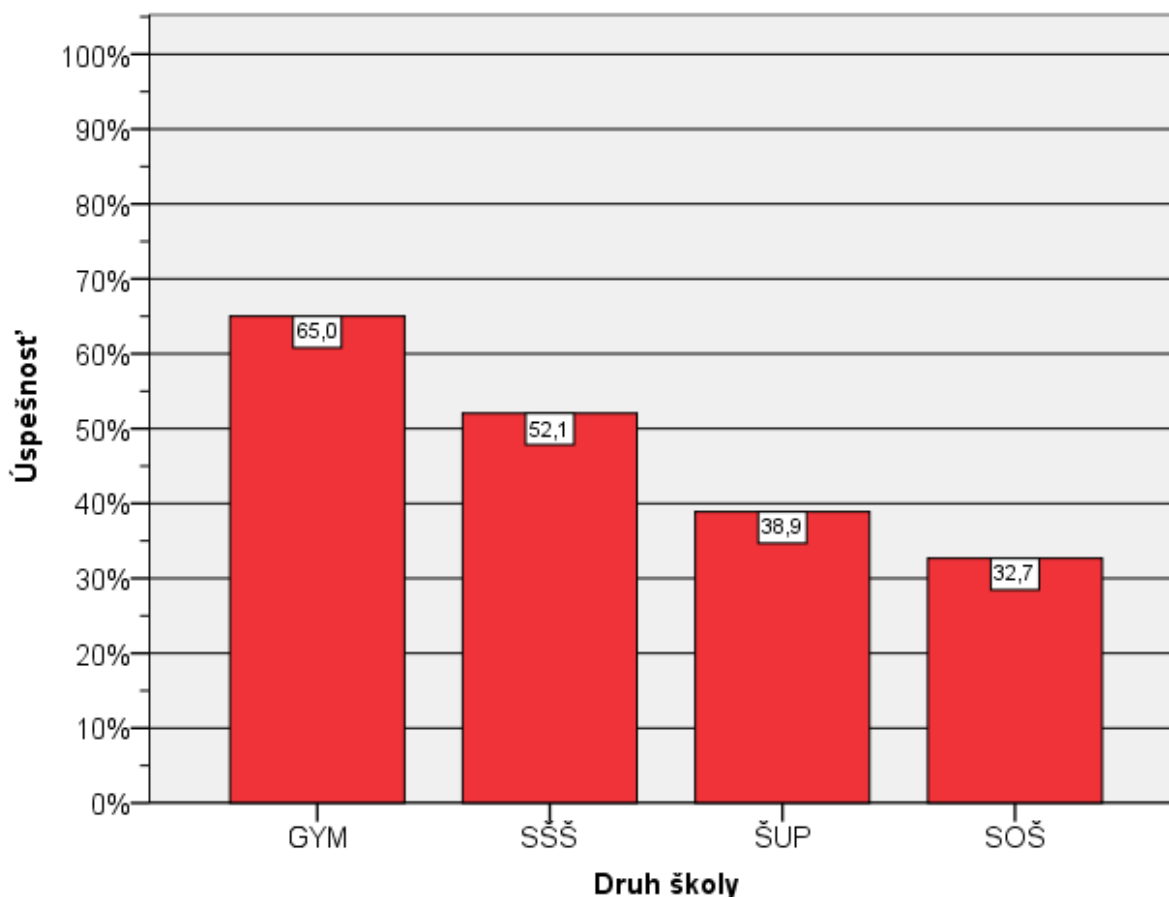
2.2 Analýza rozdielov vo výsledkoch

2.2.1 Rozdiely podľa druhu školy

Každoročne konštatujeme vecne významný rozdiel priemerných úspešností gymnazistov a žiakov stredných odborných škôl. Priemerná úspešnosť gymnazistov bola **65,0 %** a priemerná úspešnosť žiakov SOŠ dosiahla **32,7 %**. Žiaci SŠŠ dosiahli úspešnosť **52,1 %**, žiaci ŠUP **38,9 %**. Výsledok žiakov gymnázií bol významne lepší ako výsledok žiakov SOŠ na úrovni **silne vecnej významnosti**. Výsledky žiakov SŠŠ a ŠUP pre malý počet maturantov neinterpretujeme.

Tab. 20 Rozdiely podľa druhu školy v MAT24

Druh školy	N	Úspešnosť	SE
GYM	3 549	65,0	0,3
SOŠ	1 185	32,7	0,6
SŠŠ	39	52,1	2,3
ŠUP	6	38,9	8,7
Spolu	4 779	56,8	0,3



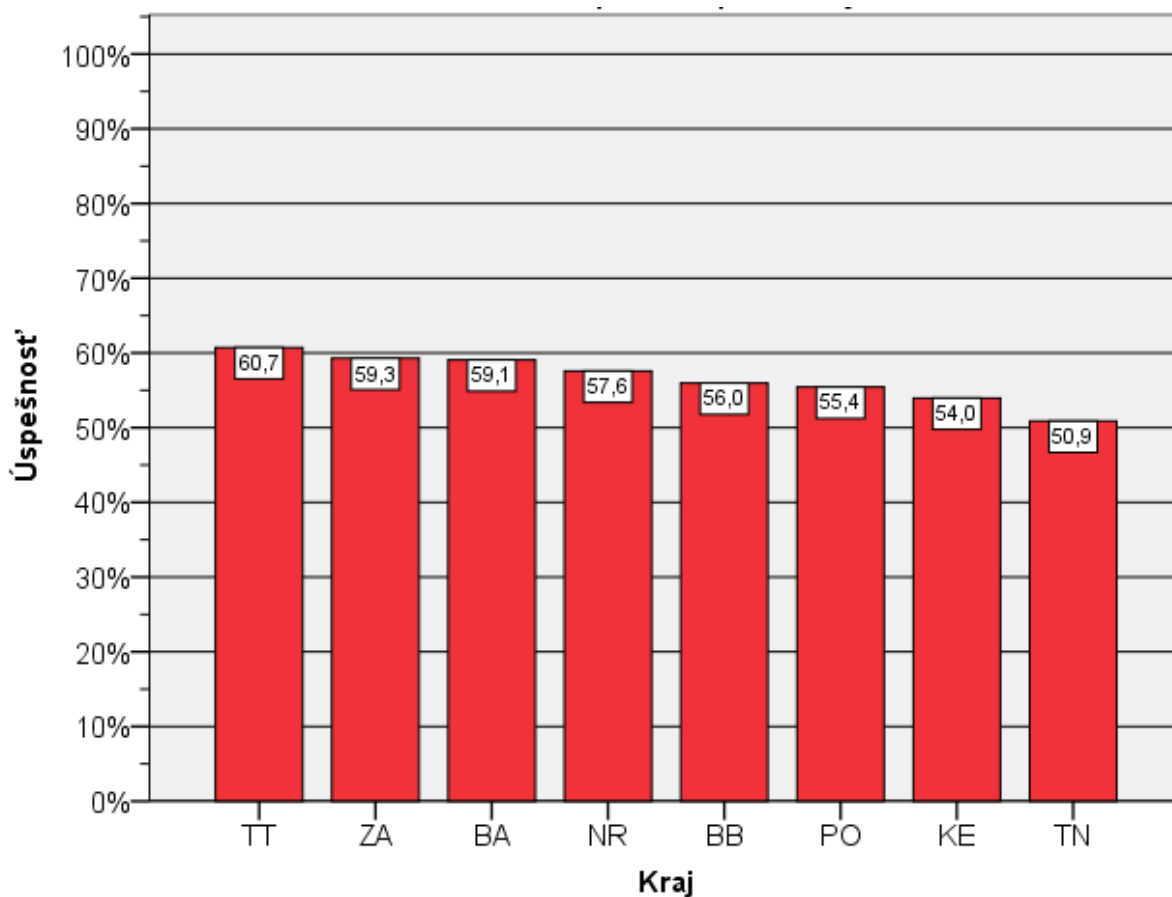
Obr. 2 Úspešnosť podľa druhu školy v teste MAT24

Tieto rozdiely môžu vyplývať z nasledujúcich skutočností. Možnosti prípravy žiakov GYM a SOŠ na MS z matematiky nie sú porovnateľné. Otvplyvňuje ich rozdielny počet hodín matematiky v učebnom pláne a rozsahu učiva v tematických celkoch Štátneho vzdelávacieho programu pre GYM a SOŠ a tiež možnosť 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. Nutná je príprava maturantov matematiky v tzv. voliteľných hodinách – seminár z matematiky, alebo cvičenia z matematiky. Gymnázia majú neporovnateľne viac vymedzeného času na voliteľné hodiny v tzv. disponibilných hodinách.

2.2.2 Rozdiely podľa kraja

Tab. 21 Rozdiely podľa kraja

Kraj	Počet	Úspešnosť	SE
BA	1 021	59,1	0,8
TT	436	60,7	1,1
TN	451	50,9	1,2
NR	444	57,6	1,2
ZA	676	59,3	0,9
BB	397	56,0	1,1
PO	670	55,4	0,9
KE	684	54,0	0,9
Spolu	4 779	56,8	0,3



Obr. 3 Úspešnosť podľa kraja v teste MAT24

V roku 2024 dosiahli najvyššiu úspešnosť v EČ MS z matematiky žiaci Trnavského kraja (60,7 %), nasledovaní žiakmi Žilinského kraja (59,3 %) a žiakmi Bratislavského kraja (59,1 %). Žiaci týchto troch krajov (spolu so žiakmi Nitrianskeho kraja – 57,6 %) dosiahli vyššiu úspešnosť ako národný priemer (56,8 %).

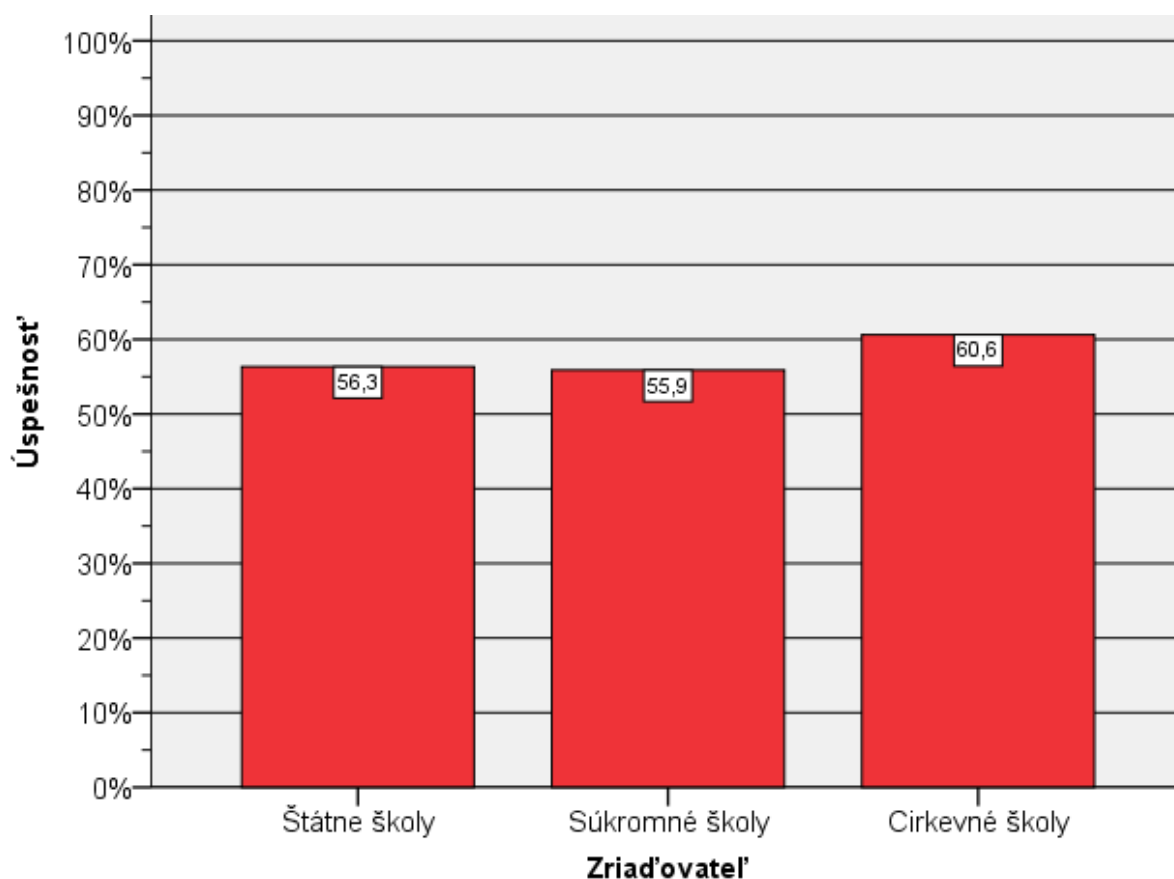
Rozdiely medzi krajinami navzájom neboli vecne významné. Rozdiel oproti národnému priemeru bol mierne vecne významne horší iba pre žiakov Trenčianskeho kraja.

Medzi krajinami s najvyššou úspešnosťou a krajinami s najnižšou úspešnosťou je rozdiel úspešnosti 9,8 % (pre porovnanie, pri predošlom testovaní, v roku 2023, rozdiel bol výrazne menší 5,9 %).

2.2.3 Rozdiely podľa zriaďovateľa

Tab. 22 Rozdiely podľa zriaďovateľa

Zriaďovateľ	N	Úspešnosť	SE
Štátne školy	3 970	56,3	0,4
Súkromné školy	220	55,9	1,6
Cirkevné školy	589	60,6	0,8
Spolu	4 779	56,8	0,3



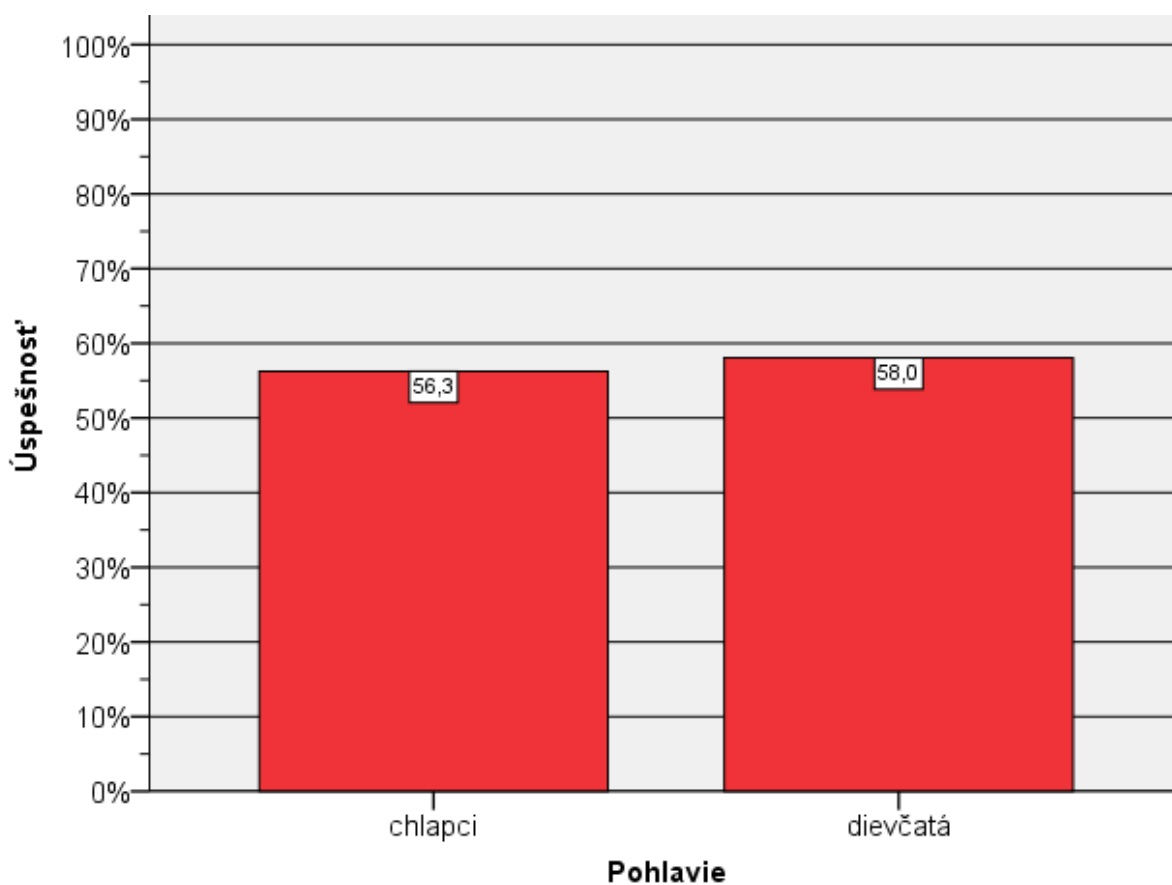
Obr. 4 Úspešnosť podľa zriaďovateľa v teste MAT24

Najvyššiu úspešnosť, rovnako ako v roku 2023, dosiahli cirkevné školy. Rozdiely medzi výsledkami žiakov podľa zriaďovateľa školy však neboli vecne významné (takisto ako pri testovaní v roku 2023).

2.2.4 Rozdiely podľa pohlavia

Tab. 23 Rozdiely podľa pohlavia

Pohlavie	N	Úspešnosť	SE
Chlapci	3 227	56,3	0,4
Dievčatá	1 552	58,0	0,6
Spolu	4 779	56,8	0,3



Obr. 5 Úspešnosť podľa pohlavia v teste MAT24

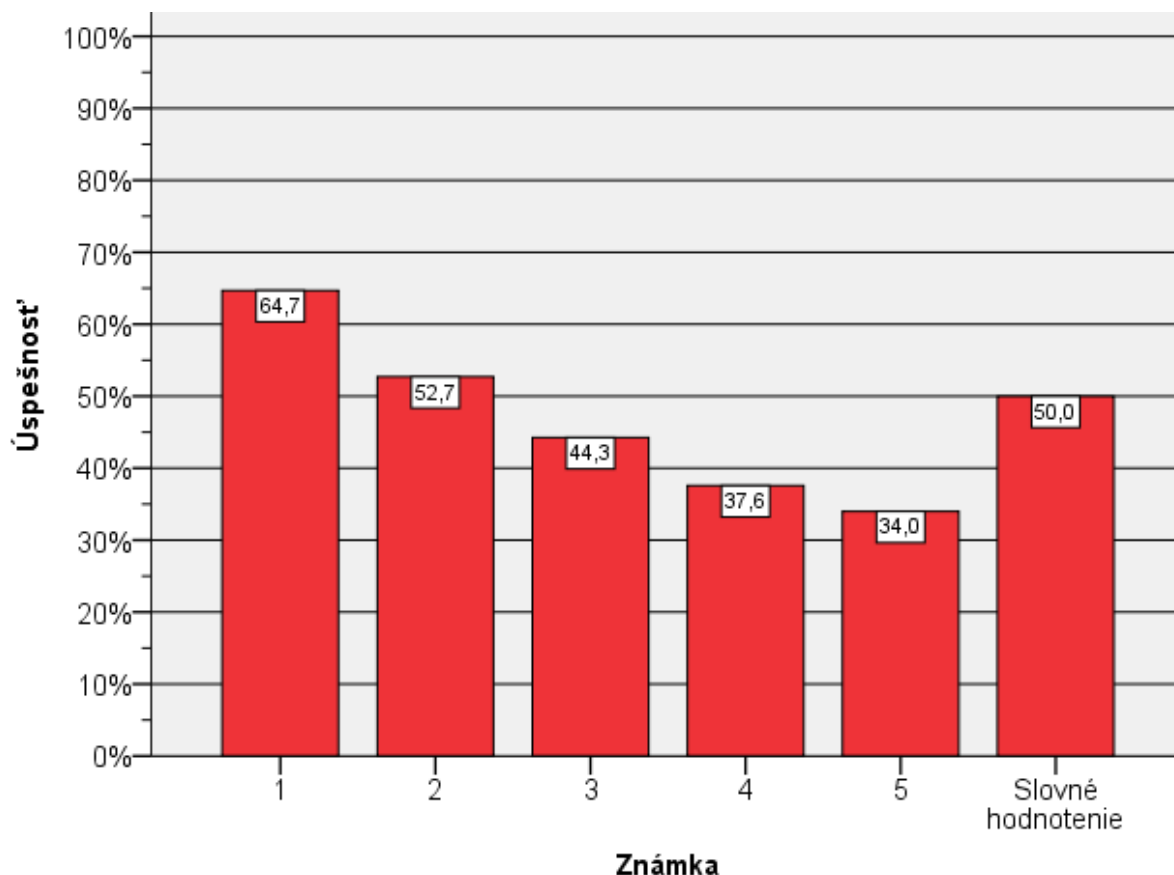
Rozdiel medzi úspešnosťou chlapcov a dievčat nebol vecne významný. Tento rok boli dievčatá úspešnejšie ako chlapci o 1,7 %. V roku 2023 bol rozdiel v prospech chlapcov iba 0,1 %.

2.2.5 Rozdiely podľa známky

Priemer známok žiakov, riešiacich test MAT24, dosiahol hodnotu **1,73**. Až polovica žiakov (50,1 %) mala na vysvedčení jednotku, 30,6 % žiakov malo dvojku, 16,1 % trojku, 3,3 % horšiu známku ako 3. Najvyššiu úspešnosť podľa očakávania dosiahli jednotkári (64,7 %), nasledovali ich dvojkári (52,7 %), trojkári (44,3 %), štvorkári (37,6 %) a najnižšiu úspešnosť mali päťkári (34,0 %). Hodnota korelačného koeficientu medzi známkou a úspešnosťou z testu je **stredná** ($r = -0,358$).

Tab. 24 Rozdiely podľa známky

Známka	N	Úspešnosť	SE
1	2 392	64,7	0,5
2	1 462	52,7	0,6
3	767	44,3	0,7
4	147	37,6	1,5
5	10	34,0	3,3
Spolu	4 778	56,8	0,3



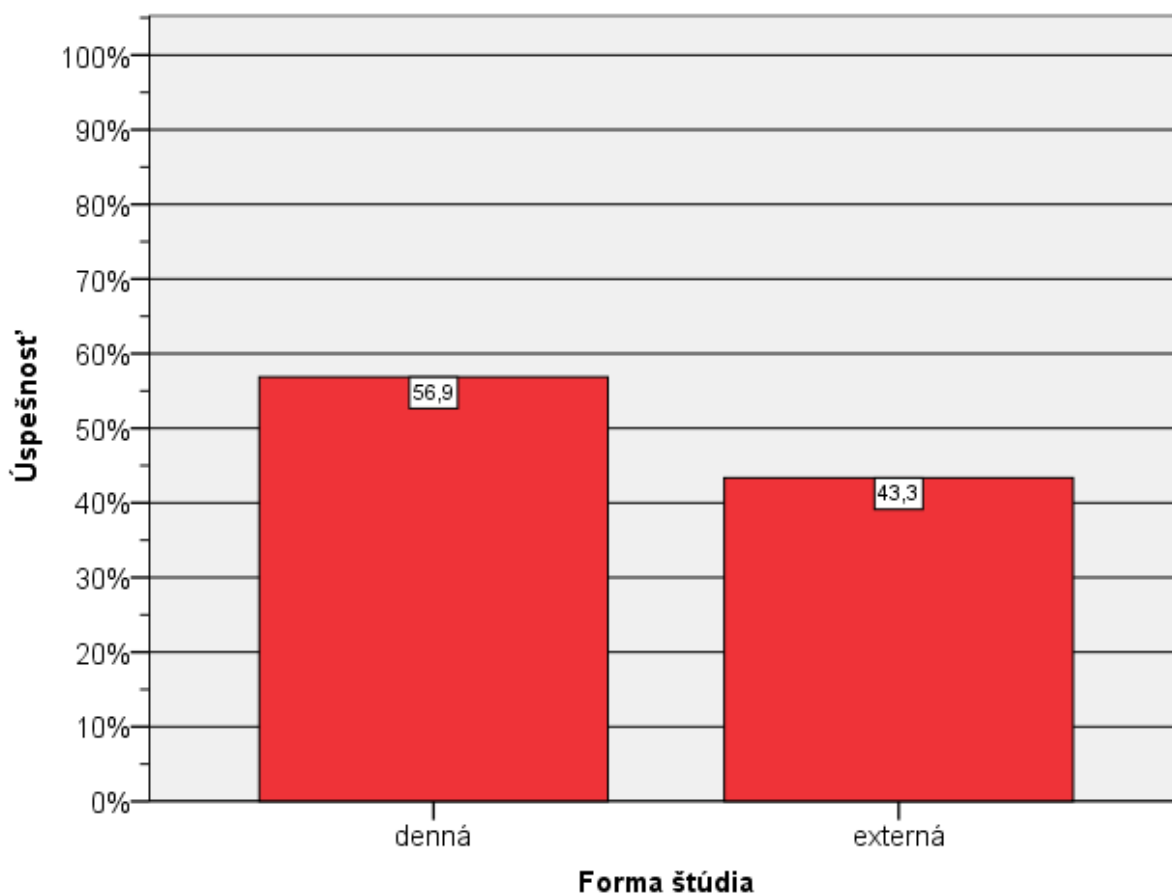
Obr. 6 Úspešnosť podľa známky v teste MAT24

2.2.6 Rozdiely podľa formy štúdia

Denní žiaci dosiahli, podobne ako v predošlých rokoch testovania, vyššiu priemernú úspešnosť (56,9 %) ako externí žiaci (43,3 %). Kvôli malému počtu externistov (4 žiaci) však nie je možné štatisticky interpretovať mieru vecnej významnosti rozdielu výsledkov.

Tab. 25 Rozdiely podľa formy štúdia

Forma štúdia	N	Úspešnosť	SE
Denná	4 775	56,9	0,3
Externá	4	43,3	14,3
Spolu	4 779	56,8	0,3

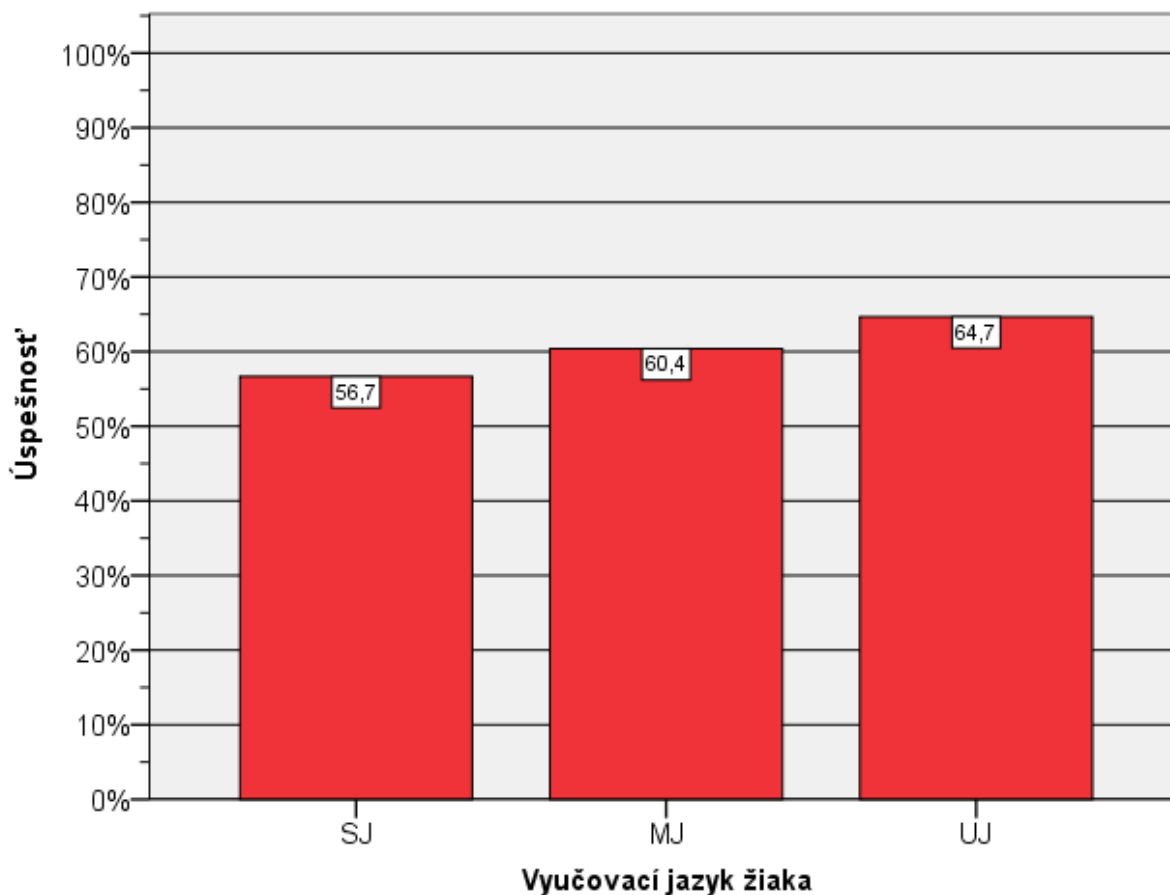


Obr. 7 Úspešnosť podľa formy štúdia v teste MAT24

2.2.7 Rozdiely podľa vyučovacieho jazyka

Tab. 26 Rozdiely podľa vyučovacieho jazyka

Vyučovaci jazyk žiaka	Počet	Úspešnosť	SE
Slovenský jazyk	4 554	56,7	0,4
Maďarský jazyk	220	60,4	1,4
Ukrajinský jazyk	5	64,7	0,8
Spolu	4 779	56,8	0,3



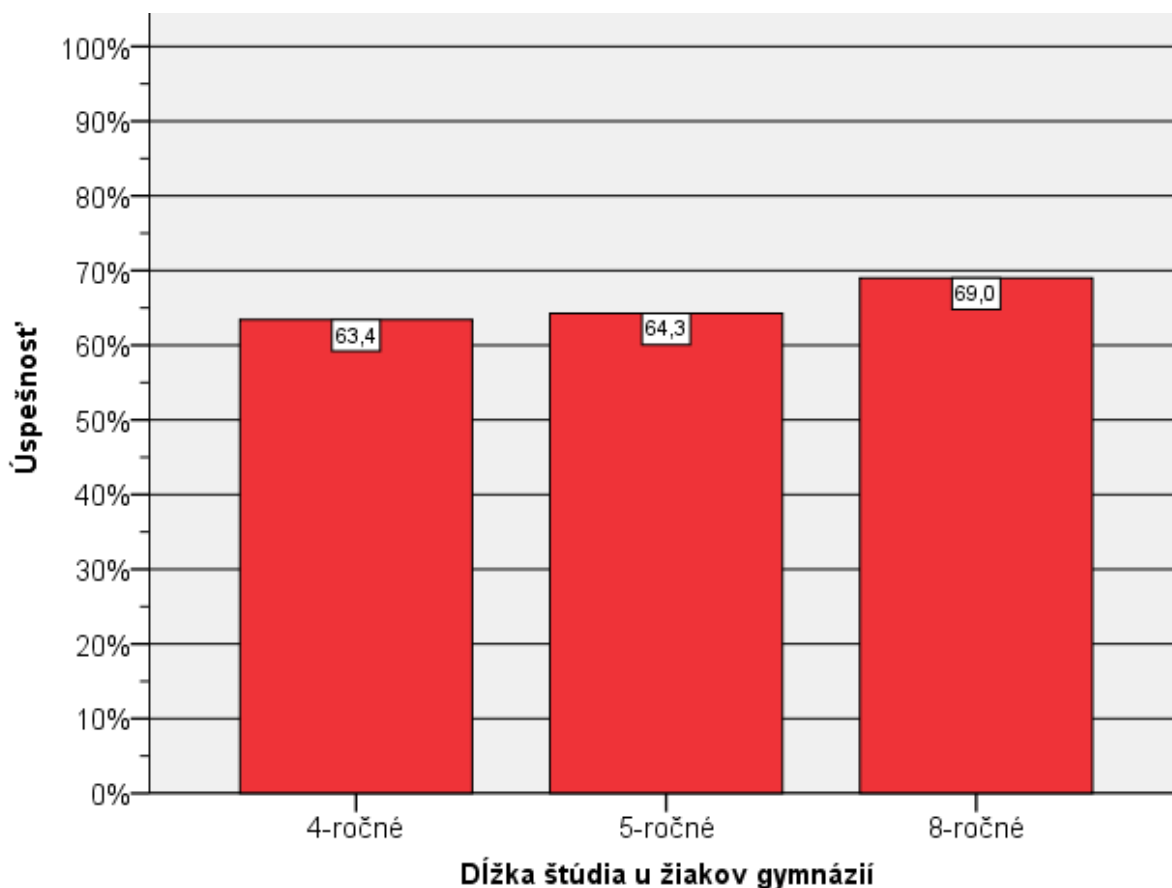
Obr. 8 Úspešnosť podľa vyučovacieho jazyka v teste MAT24

Najvyššiu priemernú úspešnosť v teste MAT24 dosiahli žiaci s vyučovacím jazykom ukrajinským (64,7 %) ale ich počet 5 predstavoval iba 0,1 % maturantov. Kvôli malému počtu žiakov s vyučovacím jazykom ukrajinským nie je možné štatisticky interpretovať mieru vecnej významnosti rozdielu výsledkov pre tento jazyk. Rozdiel medzi výsledkami žiakov s vyučovacím jazykom slovenským a maďarským nebol vecne významný.

2.2.8 Rozdiely podľa dĺžky štúdia žiakov gymnázií

Tab. 27 Rozdiely podľa dĺžky štúdia žiakov gymnázií

Dĺžka štúdia žiakov gymnázií	Počet	Úspešnosť	SE
4-ročné	2 059	63,4	0,4
5-ročné	573	64,3	0,8
8-ročné	917	69,0	0,6
Spolu	3 549	65,0	0,3



Obr. 9 Úspešnosť podľa dĺžky štúdia v teste MAT24

Najvyššiu priemernú úspešnosť, tak ako aj v roku 2023, dosiahli žiaci osemročných gymnázií (69,0 %). Rozdiel podľa dĺžky štúdia oproti priemeru gymnázií bol mierne vecne významne lepší u žiakov 8-ročných gymnázií.

3 Interpretácia výsledkov testu

3.1 Porovnanie variantov testu a charakteristika položiek

Žiaci riešili maturitný test MAT24 v dvoch variantoch. Oba varianty sa líšili iba v poradí úloh a distraktorov, ktoré boli použité pri úlohách s výberom správnej odpovede. Variant testu 241447 (slovenský)/241504 (maďarský) písalo **2 412** žiakov (50,5 % žiakov) a variant 249213 (slovenský)/249808 (maďarský) riešilo **2 367** žiakov (49,5 % žiakov). Obťažnosť oboch variantov bola porovnateľná, rozdiely priemerných úspešností medzi zodpovedajúcimi položkami vo variantoch neboli vecne významné. Oba varianty môžeme považovať za vzájomne ekvivalentné. Testový variant 241447 má reliabilitu **0,904** a variant 249213 má reliabilitu **0,899**.

Nasledujúce analýzy sa budú vzťahovať k položkám variantu 241447/241504 ([MAT24](#)).

Tab. 28 Úspešnosť podľa variantu testu MAT24 – všetci žiaci

Testový variant	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
241447	2 412	57,1	0,5
249213	2 367	56,6	0,5
Spolu	4 779	56,8	0,3

Medzi variantmi nie je vecne významný rozdiel priemerných úspešností testovaných žiakov. Varianty sú rovnako obťažné a vzájomne ekvivalentné.

Tab. 29 Úspešnosť podľa variantu testu MAT24 – žiaci bez ZZ

Testový variant	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
241447	2 301	57,4	0,5
249213	2 289	56,9	0,5
Spolu	4 590	57,1	0,3

Medzi variantmi nie je vecne významný rozdiel priemerných úspešností žiakov bez zdravotného znevýhodnenia (ZZ). Varianty sú pre žiakov rovnako obťažné a vzájomne ekvivalentné.

Tab. 30 Obťažnosť položiek testu MAT24 v % podľa variantu – žiaci bez ZZ

Položka	Obťažnosť 241447	Obťažnosť 249213	Vec. sig.	Položka	Obťažnosť 241447	Obťažnosť 249213	Vec. sig.
1	88,7	88,9	0,003	16	57,7	58,7	0,010
2	81,8	81,5	-0,004	17	35,1	36,3	0,013
3	86,1	85,6	-0,007	18	28,6	28,8	0,002
4	77,5	76,4	-0,013	19	41,2	40,2	-0,011
5	65,0	65,7	0,008	20	44,2	42,7	-0,014
6	59,4	59,5	0,001	21	59,1	59,3	0,003
7	60,2	61,0	0,009	22	61,7	59,7	-0,020
8	57,3	57,8	0,005	23	68,8	64,4	-0,046
9	71,8	71,4	-0,005	24	76,9	72,4	-0,052
10	35,4	33,7	-0,017	25	80,8	83,0	0,028
11	44,4	45,1	0,007	26	57,4	60,3	0,029
12	65,3	62,8	-0,026	27	62,3	63,3	0,010
13	46,0	45,5	-0,005	28	51,9	46,7	-0,053
14	25,7	23,4	-0,027	29	52,9	56,1	0,033
15	39,6	38,2	-0,014	30	38,4	37,6	0,008

Rozdiel v obťažnosti položiek podľa variantu nebol pri žiadnej položke vecne významný.

Tab. 31 Obťažnosť položiek testu MAT24 v % podľa druhu školy – žiaci bez ZZ

Položka	Obťažnosť GYM	Obťažnosť SOŠ	Vec. Sig.
1	91,8	79,1	-0,174
2	86,6	67,4	-0,215
3	90,9	71,8	-0,238
4	87,1	48,4	-0,399
5	76,0	31,4	-0,404
6	69,5	28,9	-0,357
7	66,7	40,6	-0,230
8	68,4	23,8	-0,390
9	81,3	42,9	-0,368
10	43,6	11,0	-0,294
11	55,0	12,9	-0,365
12	76,6	31,4	-0,410
13	56,3	14,5	-0,362
14	31,5	8,2	-0,231
15	48,7	11,7	-0,327
16	64,3	37,9	-0,230
17	42,5	12,8	-0,269
18	35,5	7,8	-0,264
19	50,1	14,9	-0,309
20	51,5	22,0	-0,256
21	69,3	27,8	-0,364
22	70,0	36,0	-0,302
23	74,3	52,3	-0,205
24	85,1	52,3	-0,337
25	88,5	57,4	-0,341
26	66,4	30,7	-0,312
27	69,9	39,9	-0,267
28	58,0	33,5	-0,212
29	60,1	31,0	-0,252
30	46,3	15,2	-0,275

Vecne významné rozdiely v obťažnosti podľa druhu školy boli na **strednej úrovni** v 13 položkách (označené zelenou farbou). Rozdiely v obťažnosti na **miernej úrovni** boli v 15 položkách (označené žltou farbou). Všetky tieto položky boli ľahšie pre žiakov gymnázií v porovnaní so žiakmi SOŠ. Pri zvyšných 2 položkách sme nezaznamenali vecne významný rozdiel v obťažnosti medzi gymnazistami a žiakmi SOŠ.

Tab. 32 Obťažnosť položiek testu MAT24 v % podľa pohlavia – žiaci bez ZZ

Položka	Obťažnosť chlapci	Obťažnosť dievčatá	Vec. sig.
1	88,6	89,0	0,007
2	83,6	78,2	-0,066
3	85,3	87,6	0,031
4	76,2	80,2	0,045
5	63,7	67,5	0,038
6	57,6	62,8	0,050
7	61,7	57,2	-0,043
8	56,8	58,3	0,014
9	69,6	76,3	0,070
10	35,5	35,2	-0,003
11	42,7	47,7	0,048
12	63,9	68,2	0,043
13	44,3	49,3	0,047
14	26,6	24,0	-0,028
15	38,1	42,6	0,043
16	57,6	57,9	0,002
17	34,0	37,3	0,033
18	28,0	29,7	0,018
19	43,2	37,4	-0,055
20	44,2	44,1	-0,001
21	57,8	61,7	0,037
22	61,4	62,3	0,009
23	70,0	66,2	-0,038
24	75,4	79,8	0,049
25	80,0	82,5	0,030
26	55,1	62,1	0,066
27	61,4	64,1	0,027
28	50,7	54,4	0,034
29	52,5	53,6	0,010
30	37,7	39,6	0,018

Obťažnosť položiek bola porovnateľná pre chlapcov aj dievčatá. Rozdiely v obťažnosti položiek podľa pohlavia neboli vecne významné. Najväčšie rozdiely v obťažnosti sme zaznamenali pri úlohách č. 2 (úspešnejší chlapci) a č. 9 (úspešnejšie dievčatá).

Tab. 33 Najčastejšie nesprávne odpovede pri otvorených položkách vo forme 241447.

Položka	Podiel žiakov bez ZZ v % z ich počtu N = 2 301		
1	12 (2,7 %)	26 (1,0 %)	14 (0,9 %)
2	55 (4,4 %)	61,73 (2,8 %)	162 (1,7 %)
3	3 (3,5 %)	2 (2,3 %)	36 (1,9 %)
4	27,71 (3,7 %)	3,46 (2,9 %)	5,66 (1,6 %)
5	-6 (3,7 %)	0 (3,2 %)	6 (1,4 %)
6	21 (6,1 %)	22,48 (1,5 %)	9,52 (1,3 %)
7	0,33 (5,3 %)	0,04 (3,7 %)	0,25 (3,2 %)
8	3 (8,0 %)	2 (6,8 %)	5 (4,2 %)
9	22,36 (3,0 %)	18,33 (2,0 %)	20 (1,8 %)
10	90 (3,9 %)	45; 60 (2,7 %)	71,56 (1,9 %)
11	3 (3,0 %)	4 (2,7 %)	6 (2,4 %)
12	-0,04 (4,2 %)	1 (2,1 %)	5 (1,7 %)
13	5,05 (3,3 %)	7,14; 8,49 (3,2 %)	4,24 (2,6 %)
14	50 (8,6 %)	55,13 (6,0 %)	33,33 (4,1 %)
15	60 (12,4 %)	52,46 (7,0 %)	90 (2,9 %)
16	5,06 (4,1 %)	35,16 (3,8 %)	6 (1,4 %)
17	18 (6,9 %);	21 (6,2 %)	16 (4,8 %); 14 (4,0 %)
18	2 (1,1 %)	3,14 (1,0 %)	1; 0,72 (0,8 %)
19	0 (7,8 %)	1 (4,1 %)	-2 (3,3 %)
20	24,72 (3,7 %)	7,42 (3,0 %)	29,63 (2,1 %)

Pri všetkých otvorených položkách bola najčastejšia odpoveď žiakov zároveň správnou odpoveďou, čo svedčí o zrozumiteľnej, nezavádzajúcej a primeranej formulácii úloh.

3.2 Súhrnné charakteristiky položiek

Z pohľadu hodnotenia testu MAT24 ako psychometrického nástroja prinášame súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek vo forme tabuliek, kde pri každej položke uvádzame šesť charakteristík psychometrickej kvality položky: obťažnosť, citlivosť, nedosiahnutosť, vynechanosť, neriešenosť a Point Biserial ako parameter distribučnej sily položky. Kritické hodnoty danej charakteristiky sú vyznačené farebne.

Tab. 34 Prehľad základných parametrov položiek v teste MAT24 – žiaci bez ZZ

Položka	Obťažnosť	Citlivosť	Nedosiahnutosť	Vynechanosť	Neriešenosť	Point Biserial
1	88,7	27,6	0,0	1,0	1,0	0,303
2	81,8	42,2	0,0	1,0	1,0	0,359
3	86,1	37,2	0,0	0,7	0,7	0,359
4	77,5	57,0	0,0	2,1	2,1	0,464
5	65,0	81,3	0,0	12,1	12,2	0,589
6	59,4	82,6	0,0	8,9	8,9	0,536
7	60,2	68,0	0,0	5,8	5,8	0,467
8	57,3	82,6	0,0	9,9	10,0	0,562
9	71,8	65,4	0,0	3,0	3,0	0,481
10	35,4	79,6	0,0	27,1	27,1	0,538
11	44,4	87,6	0,0	23,5	23,5	0,591
12	65,3	85,7	0,0	14,9	15,0	0,588
13	46,0	75,2	0,0	14,0	14,0	0,485
14	25,7	62,0	0,1	16,1	16,2	0,442
15	39,6	74,6	0,1	9,3	9,4	0,493
16	57,7	66,1	0,1	6,9	7,0	0,406
17	35,1	66,3	0,1	12,6	12,6	0,414
18	28,6	73,3	0,1	36,6	36,7	0,496
19	41,2	84,6	0,1	21,6	21,7	0,540
20	44,2	71,7	0,1	10,7	10,8	0,446
21	59,1	70,0	0,1	0,2	0,3	0,458
22	61,7	66,7	0,1	0,5	0,6	0,437
23	68,8	58,7	0,1	0,6	0,7	0,398
24	76,9	52,4	0,1	0,4	0,5	0,393
25	80,8	53,7	0,1	0,2	0,3	0,428
26	57,4	75,7	0,1	0,6	0,7	0,491
27	62,3	68,9	0,1	0,1	0,2	0,447
28	51,9	59,6	0,1	0,7	0,7	0,370
29	52,9	70,7	0,1	0,4	0,5	0,442
30	38,4	68,3	0,1	0,0	0,1	0,429

Na základe štatistického spracovania môžeme konštatovať, že test MAT24 obsahoval 22 položiek (73,3 % testu), ktoré mali psychometrické parametre vyhovujúce všetkým stanoveným kritériám (t. j. žiadne pole v riadku s danou položkou nie je farebne zvýraznené).

Distribúcia úspešností a citlivostí položiek

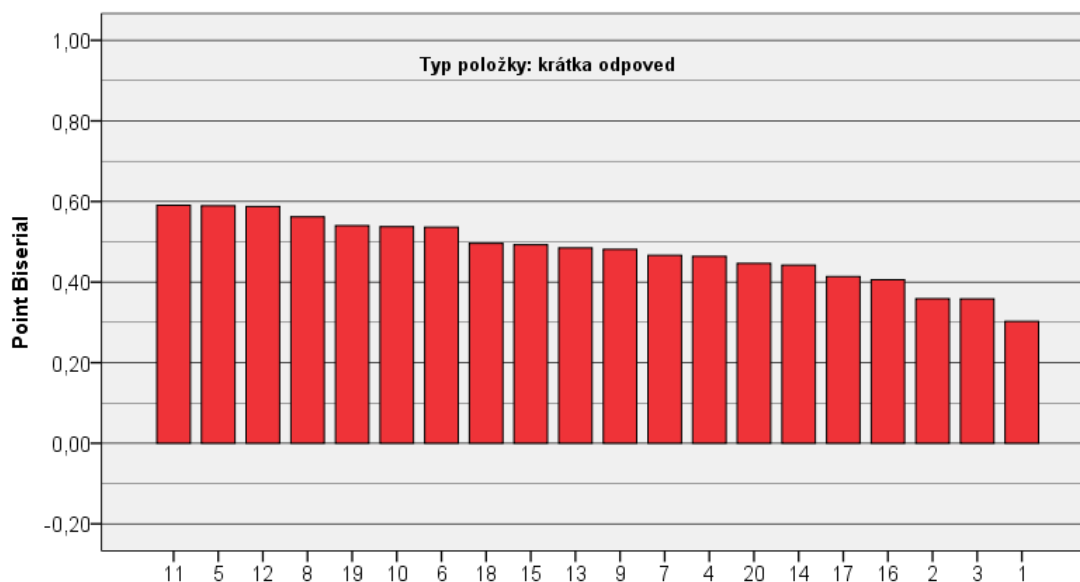
Grafy distribúcie úspešností žiackych odpovedí niektorých položiek podľa výkonnostných skupín sú zobrazené v časti 3.4 *Obsahové oblasti*. V MAT24 dosiahlo 29 položiek vyhovujúcu hodnotu citlivosti (vyššiu ako 30,0 %). Len jedna položka nedosiahla hranicu 30,0 % (veľmi ľahká položka č. 1). Medzi položky, ktoré výborne žiakov rozlíšili podľa výkonu, patria hlavne položky č. 5, 6, 8, 11, 12 a 19 s citlivosťou vyššou ako 80,0 %.

Neriešenosť položiek

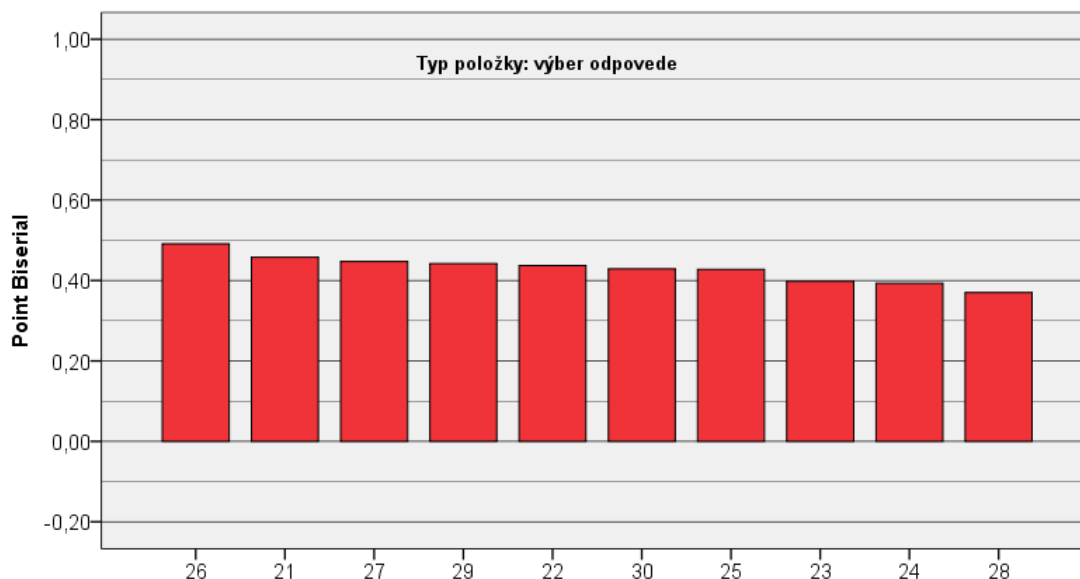
Pri neriešenosti položiek prihliadame na to, či je položka otvorená alebo uzavretá. V prípade dvadsiatich položiek s otvorenou odpoveďou neriešenosť položiek testu MAT24 sa pohybovala od veľmi nízkej až po vyššiu pri položkách č. 10, 11, 18, 19 (neriešenosť 20,0 % a viac). Neriešenosť položiek s výberom odpovede – teda uzavretých – je nízka. Nedosiahnutosť položiek je takmer nulová, čo dokazuje primeranú časovú náročnosť testu.

Korelácia položiek so zvyškom testu

V teste všetkých 30 položiek (100,0 % testu) tvorili položky s vyhovujúcou hodnotou Point Biserial (vyššou ako 0,30). K presnosti merania najviac prispeli otvorené položky č. 5, 6, 8, 10, 11, 12 a 19 (Point Biserial vyšší ako 0,5). O spoľahlivosti a kvalite testu vypovedá aj vysoká hodnota Cronbachovho alfa 0,903.



Obr. 10 Korelácia otvorených položiek so zvyškom testu



Obr. 11 Korelácia položiek s výberom odpovede so zvyškom testu

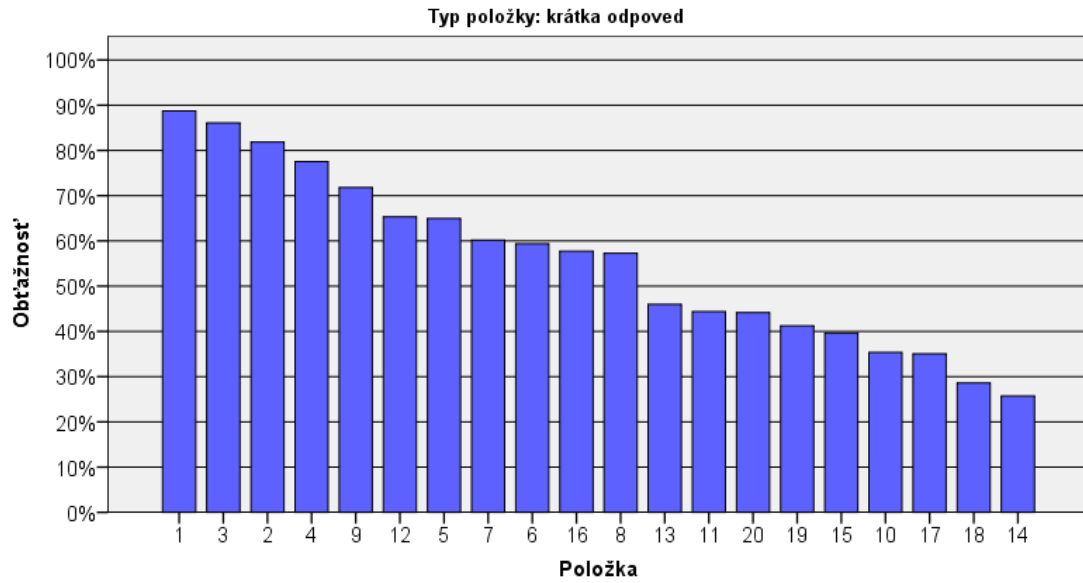
Obťažnosť položiek

V teste MAT24 nebola veľmi obťažná položka (s obťažnosťou pod 20,0 %). V teste bolo 6 obťažných položiek, 11 stredne obťažných, 9 ľahkých položiek, 4 položky boli veľmi ľahké (s obťažnosťou nad 80,0 %).

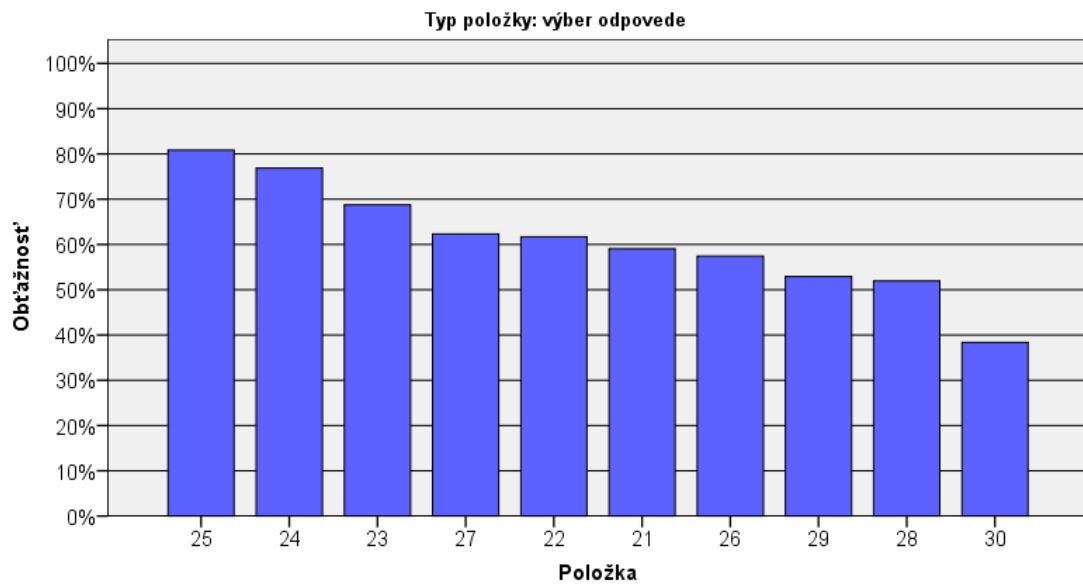
Najľahšia bola položka č. 1 (medzi položkami s výberom odpovede bola najľahšia položka č. 25) a najobťažnejšia bola položka č. 14 (medzi položkami s výberom odpovede bola najobťažnejšia položka č. 30).

Medzi otvorenými položkami prevládali obťažné a stredne obťažné položky (12 z 20, 60,0 %). Aj medzi uzavretými položkami prevládali stredne obťažné a ľahké položky (8 z 10, 80,0 %). Veľmi ľahké alebo ľahké položky tvorili 43,3 % testu (13 položiek). Stredne obťažné položky tvorili 36,7 % testu (11 položiek). Obťažné položky tvorili 20,0 % testu (6 položiek).

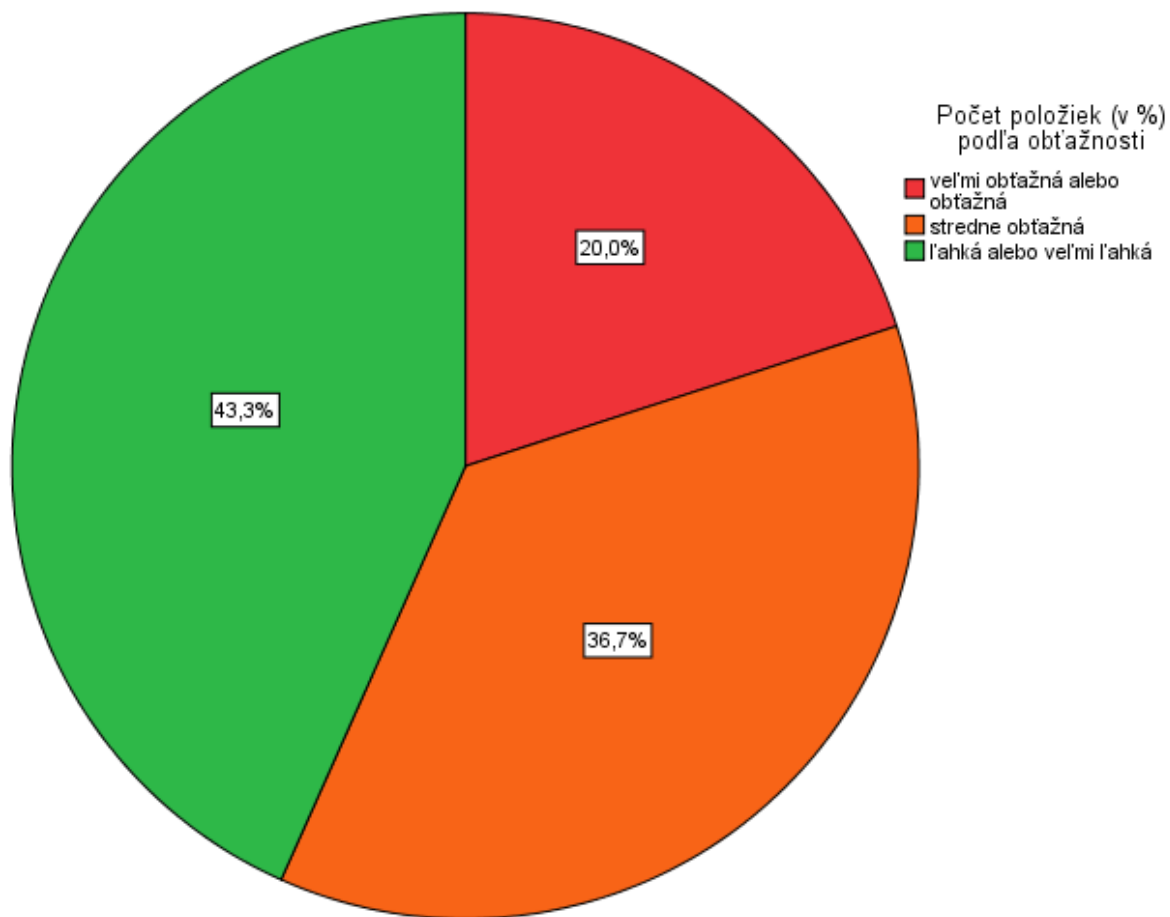
Pre porovnanie v teste MAT23 bola 2 veľmi obťažné položky (s obťažnosťou pod 20,0 %) a 7 obťažných položiek, 9 stredne obťažných, 7 ľahkých položiek, 5 položiek bolo veľmi ľahkých (s obťažnosťou nad 80,0 %).



Obr. 12 Obťažnosť otvorených položiek



Obr. 13 Obťažnosť položiek s výberom odpovede



Obr. 14 Súhrnný graf – rozdelenie všetkých 30 položiek testu MAT24 podľa stupňa obťažnosti

3.3 Analýza vedomostí a kognitívnych procesov podľa revidovanej Bloomovej taxonómie

Na analýzu vedomostí testovaných žiakov a zvládnutia kognitívnych procesov sme aplikovali revidovanú Bloomovu taxonómiu.

Tab. 35 Rozdelenie položiek testu MAT24 podľa dimenzie vedomostí

Dimenzia vedomostí		číslo položky	spolu
Konceptuálne vedomosti	ÚKO	1, 3, 4, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20	18
	ÚVO	21, 23, 24, 25, 28, 30	
Procedurálne vedomosti	ÚKO	2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 19	12
	ÚVO	22, 26, 27, 29	

Analýzu úrovne vedomostí sme realizovali na základe rozdelenia položiek podľa dimenzie vedomostí v predchádzajúcej tabuľke č. 35.

Tab. 36 Úspešnosť testu MAT24 v % podľa dimenzie vedomostí – žiaci bez ZZ

Dimenzia vedomostí	Počet	Úspešnosť	SE
Konceptuálne vedomosti	4 590	57,2	0,3
Procedurálne vedomosti	4 590	57,1	0,4

Z tabuľky vyplýva, že žiaci dosiahli skoro identickú úspešnosť v testovaných dimenziách vedomostí – konceptuálnej a procedurálnej.

Tab. 37 Úspešnosť testu MAT24 v % podľa dimenzie vedomostí a druhu školy – žiaci bez ZZ

Druh školy		Konceptuálne vedomosti	Procedurálne vedomosti
GYM	Počet	3 438	3 438
	Úspešnosť	64,3	66,0
	SE	0,3	0,4
SOŠ	Počet	1 109	1 109
	Úspešnosť	35,1	29,9
	SE	0,6	0,7
SŠŠ	Počet	38	38
	Úspešnosť	53,7	50,4
	SE	2,4	3,5
ŠUP	Počet	5	5
	Úspešnosť	36,7	28,3
	SE	6,7	13,6
Spolu	Počet	4 590	4 590
	Úspešnosť	57,2	57,1
	SE	0,3	0,4

Žiaci gymnázií v oboch testovaných dimenziách vedomostí dosiahli vyššiu úspešnosť na úrovni **silnej** vecnej významnosti ako žiaci SOŠ.

Tab. 38 Rozdelenie položiek testu MAT24 podľa dimenzie kognitívnych procesov

Dimenzia kognitívnych procesov		číslo položky	spolu
Porozumenie/porozumieť	ÚKO		2
	ÚVO	21, 27	
Aplikácia/použiť	ÚKO	2, 5, 6, 7, 10, 11, 12	9
	ÚVO	26, 29	
Analýza/rozobrať	ÚKO	1, 3, 4, 8, 9, 13, 15, 19, 20	12
	ÚVO	22, 28, 30	
Hodnotenie/hodnotiť	ÚKO		3
	ÚVO	23, 24, 25	
Tvoriť	ÚKO	14, 16, 17, 18	4
	ÚVO		

Analýzu úrovne kognitívnych procesov sme realizovali na základe rozdelenia položiek podľa dimenzie kognitívnych procesov v predchádzajúcej tabuľke č. 38.

Tab. 39 Úspešnosť testu MAT24 v % podľa úrovne kognitívnych procesov – žiaci bez ZZ

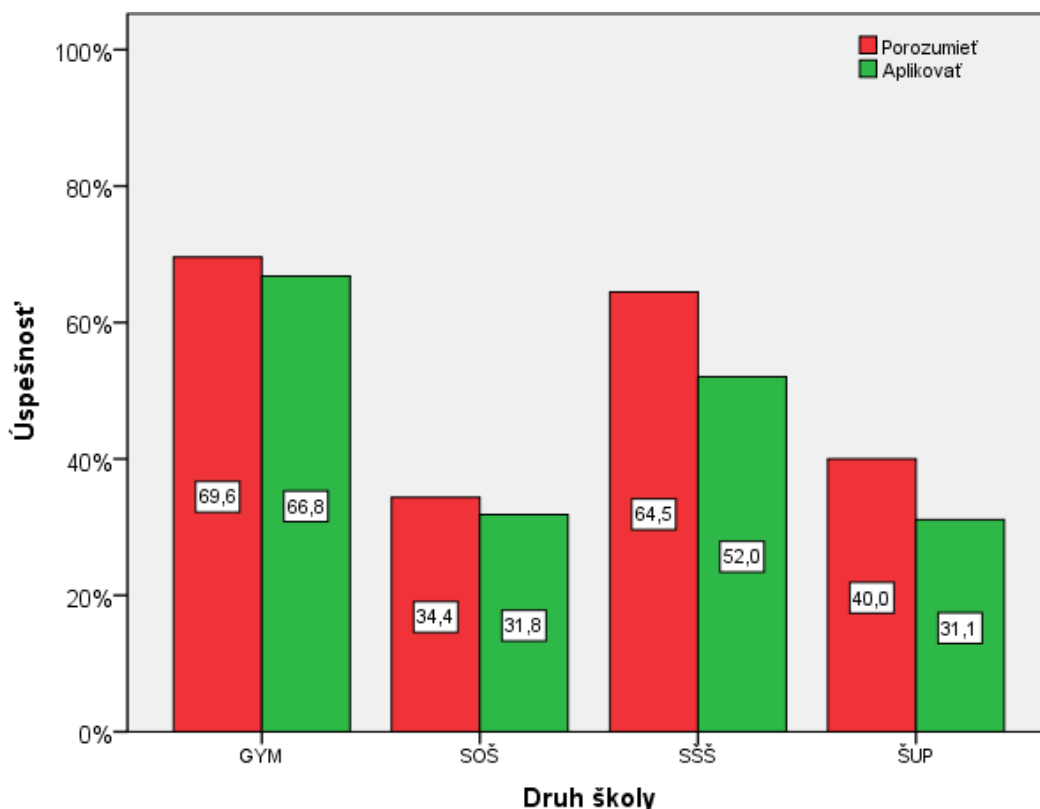
	Počet	Úspešnosť	SE
Porozumieť	4 590	61,0	0,6
Aplikovať	4 590	58,2	0,4
Analyzovať	4 590	58,1	0,4
Hodnotiť	4 590	74,4	0,4
Tvoriť	4 590	36,8	0,4

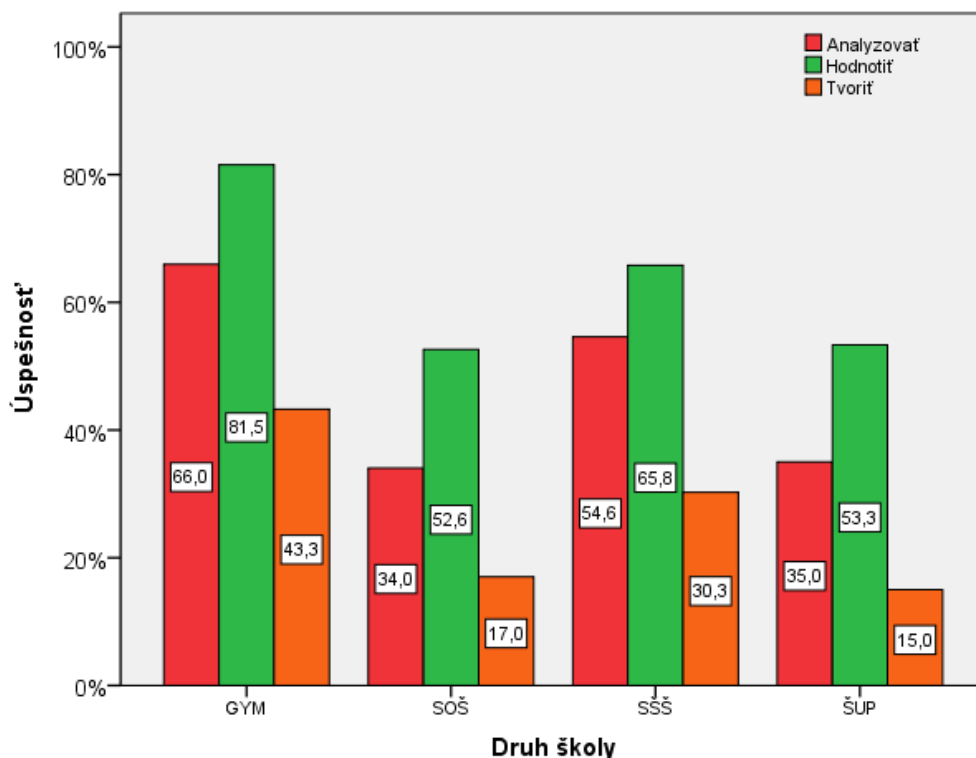
Najvyššia priemerná úspešnosť bola dosiahnutá v kognitívnom procese Hodnotiť (74,4 %) a najnižšia v procese Tvoriť (36,8%).

Tab. 40 Úspešnosť testu MAT24 v % podľa úrovne kognitívnych procesov a druhu školy – žiaci bez ZZ

Druh školy		Porozumieť	Aplikovať	Analyzovať	Hodnotiť	Tvoriť
GYM	Počet	3 438	3 438	3 438	3 438	3 438
	Úspešnosť	69,6	66,8	66,0	81,5	43,3
	SE	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5
SOŠ	Počet	1 109	1 109	1 109	1 109	1 109
	Úspešnosť	34,4	31,8	34,0	52,6	17,0
	SE	1,1	0,7	0,6	1,0	0,7
SŠŠ	Počet	38	38	38	38	38
	Úspešnosť	64,5	52,0	54,6	65,8	30,3
	SE	6,2	3,6	2,4	4,9	4,8
ŠUP	Počet	5	5	5	5	5
	Úspešnosť	40,0	31,1	35,0	53,3	15,0
	SE	18,7	16,3	4,9	13,3	6,1
Spolu	Počet	4 590	4 590	4 590	4 590	4 590
	Úspešnosť	61,0	58,2	58,1	74,4	36,8
	SE	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4

Žiaci gymnázií v dvoch testovaných kognitívnych procesoch (Aplikovať a Analyzovať) dosiahli vyššiu úspešnosť na úrovni **silnej** vecnej významnosti ako žiaci SOŠ. V troch kognitívnych procesoch (Porozumieť, Hodnotiť a Tvoriť) dosiahli vyššiu úspešnosť žiaci GYM na úrovni **strednej** vecnej významnosti ako žiaci SOŠ.





Obr. č 15 Úspešnosť podľa dimenzie kognitívnych procesov a druhu školy – žiaci bez ZZ

3.4 Druh kontextu

Druh kontextu sme skúmali na základe rozdelenia úloh testu v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 41 Rozdelenie položiek testu MAT24 podľa druhu kontextu

Kontext položky		číslo položky	spolu
Reálny	ÚKO	1, 2, 3, 7, 17	6
	ÚVO	30	
Matematický	ÚKO	4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20	24
	ÚVO	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29	

Tab. 42 Úspešnosť v % podľa druhu kontextu – žiaci bez ZZ

Kontext	Počet	Úspešnosť	SE
Reálny kontext	4 590	65,1	0,4
Matematický kontext	4 590	55,1	0,4

Vyššia úspešnosť bola v úlohách s reálnym kontextom (65,1 %) ako v úlohách s matematickým kontextom (55,1 %).

Tab. 43 Úspešnosť testu MAT24 v % podľa kontextu a druhu školy – žiaci bez ZZ

Druh školy		Reálny kontext	Matematický kontext
GYM	Počet	3 438	3 438
	Úspešnosť	70,6	63,6
	SE	0,4	0,4
SOŠ	Počet	1 109	1 109
	Úspešnosť	48,3	29,2
	SE	0,7	0,6
SŠŠ	Počet	38	38
	Úspešnosť	63,2	49,7
	SE	2,9	2,7
ŠUP	Počet	5	5
	Úspešnosť	43,3	30,8
	SE	6,7	8,8
Spolu	Počet	4 590	4 590
	Úspešnosť	65,1	55,1
	SE	0,4	0,4

Žiaci gymnázií v úlohách s matematickým kontextom dosiahli vyššiu úspešnosť na úrovni **silnej** vecnej významnosti ako žiaci SOŠ. V úlohách s reálnym kontextom dosiahli žiaci GYM vyššiu úspešnosť na úrovni **strednej** vecnej významnosti ako žiaci SOŠ.

3.5 Obsahové oblasti

Tab. 44 Rozdelenie položiek testu MAT24 podľa obsahových oblastí

Obsahové oblasti		Položky	Spolu
Základy matematiky	ÚKO	1, 2, 10	7
	ÚVO	21, 25, 27, 30	
Funkcie	ÚKO	5, 8, 12, 16, 19	8
	ÚVO	22, 23, 24	
Planimetria	ÚKO	6, 11, 18, 20	6
	ÚVO	26, 29	
Stereometria	ÚKO	4, 9, 13, 14, 15	5
	ÚVO		
KPŠ	ÚKO	3, 7, 17	4
	ÚVO	28	

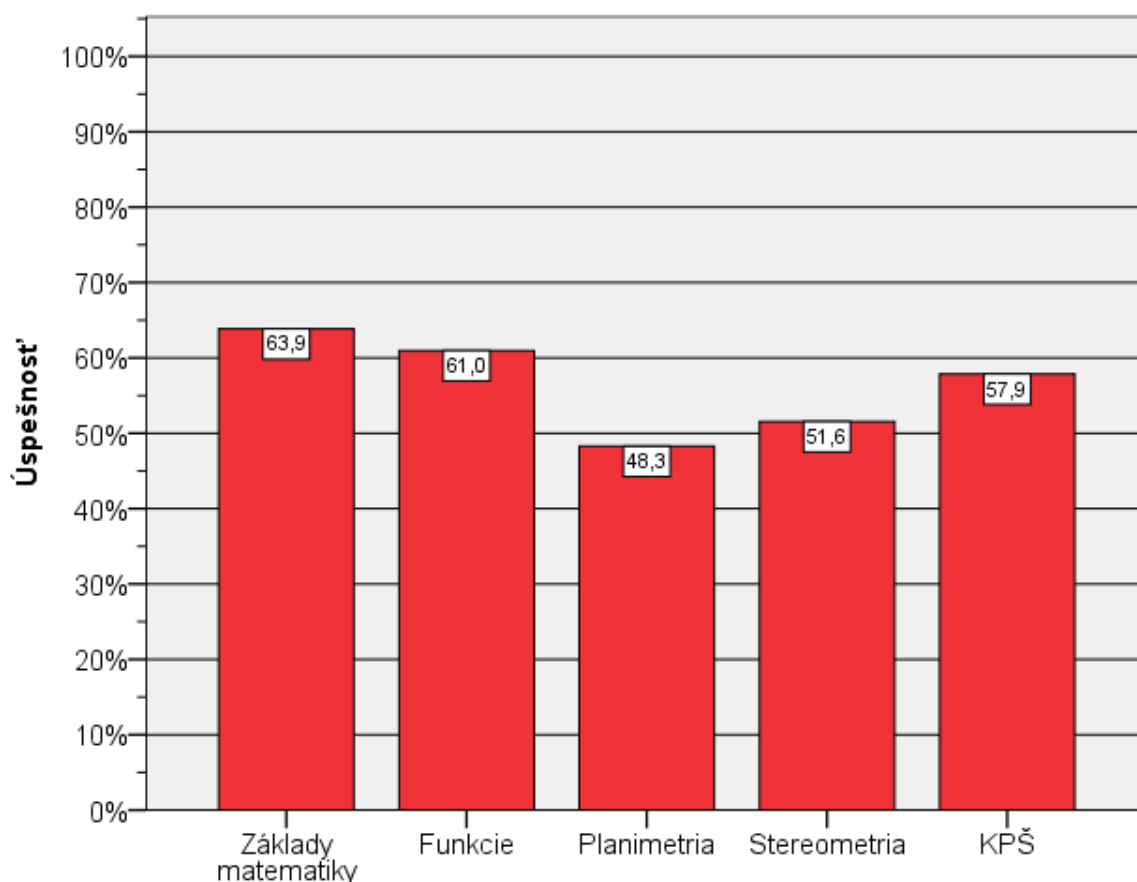
V tabuľke č. 44 uvádzame rozdelenie úloh podľa obsahových oblastí. Úlohy, ktorých riešenie si vyžadovalo využitie poznatkov z viacerých obsahových oblastí, sme zaradili do tematického celku, ktorého poznatky boli rozhodujúce pre úspešné vyriešenie úlohy.

Tab. 45 Úspešnosť testu MAT24 v % podľa obsahových oblastí – žiaci bez ZZ

Obsahové oblasti	Počet úloh	Úspešnosť	SE
Základy matematiky	7	63,9	0,4
Funkcie	8	61,0	0,4
Planimetria	6	48,3	0,5
Stereometria	5	51,6	0,4
KPŠ	4	57,9	0,4

V teste MAT24 zvládli najúspešnejšie maturanti úlohy z obsahovej oblasti Základy matematiky (63,9 %). Najnižšiu úspešnosť dosiahli v oblasti Planimetria (48,3 %). V ďalších dvoch obsahových oblastiach Funkcie (61,0 %) a KPŠ (Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika) boli úspešnosti (57,9 %) vyššie ako priemer úspešnosti celého testu (56,8 %).

Pri porovnávaní úspešnosti v teste MAT24 treba brať do úvahy aj počet úloh v jednotlivých obsahových oblastiach a ich prípadné prekrývanie sa s ostatnými oblasťami. V žiadnom prípade nemôžeme konštatovať, že žiaci ovládajú tieto obsahové oblasti s uvedenou úspešnosťou vzhľadom na nízky a rozdielny počet položiek v jednotlivých oblastiach a vzhľadom na charakter testu - NR.



Obr. 16 Úspešnosť podľa obsahových oblastí – žiaci bez ZZ

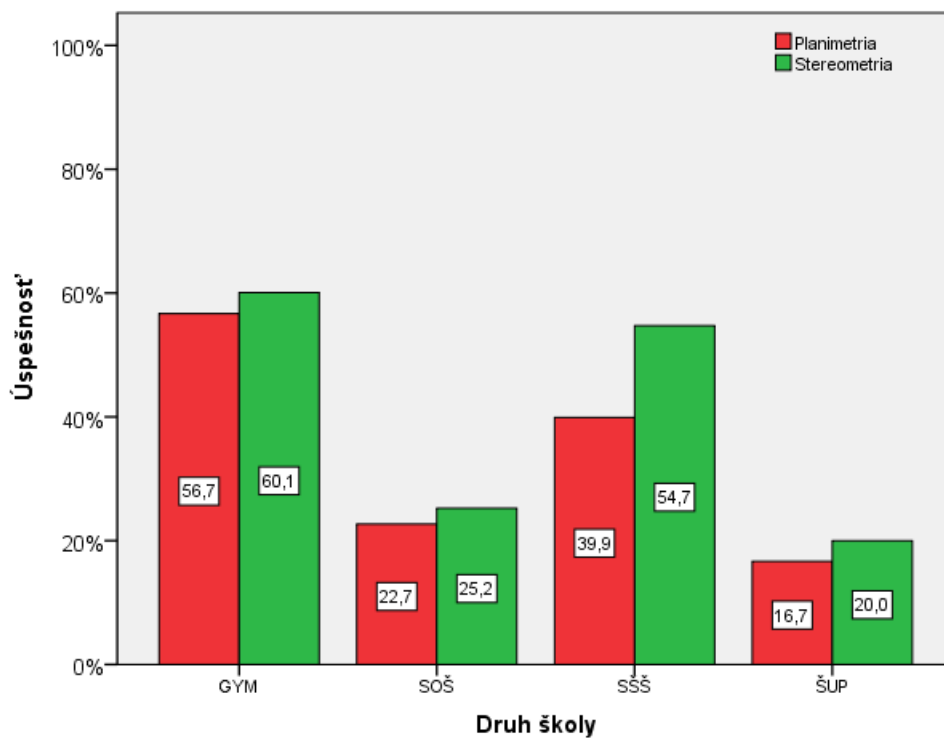
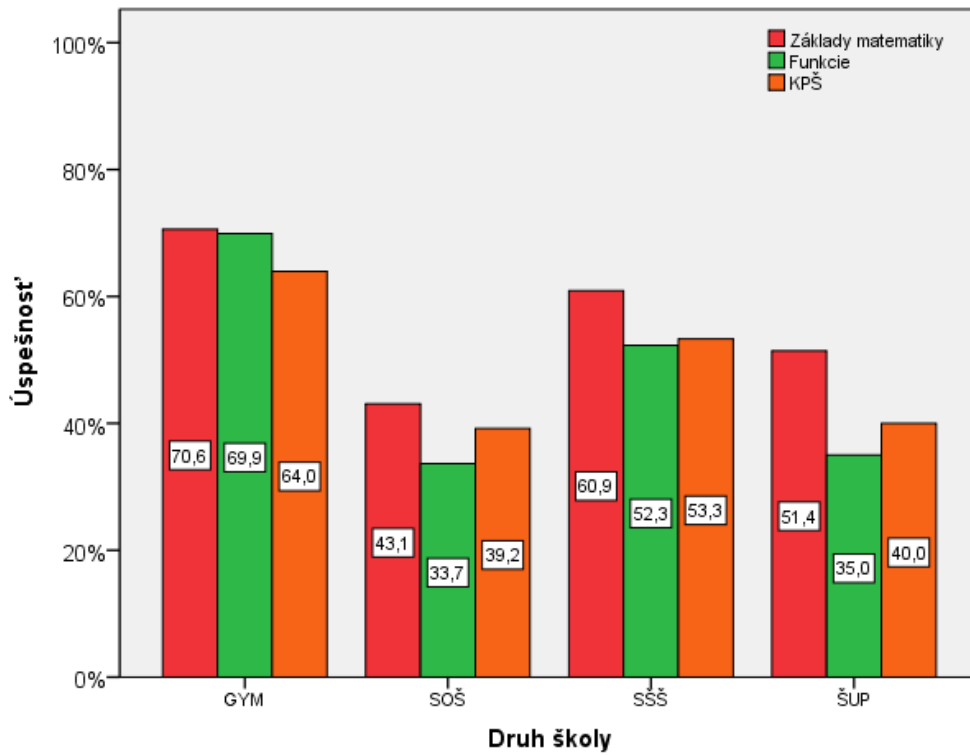
Tab. 46 Úspešnosť obsahových oblastí v teste MAT24 v % podľa typu školy – žiaci bez ZZ

Druh školy		Základy matematiky	Funkcie	Planimetria	Stereometria	KPŠ
GYM	Počet	3 438	3 438	3 438	3 438	3 438
	Úspešnosť	70,6	69,9	56,7	60,1	64,0
	SE	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
SOŠ	Počet	1 109	1 109	1 109	1 109	1 109
	Úspešnosť	43,1	33,7	22,7	25,2	39,2
	SE	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8
SŠŠ	Počet	38	38	38	38	38
	Úspešnosť	60,9	52,3	39,9	54,7	53,3
	SE	2,3	3,2	4,4	5,0	3,4
ŠUP	Počet	5	5	5	5	5
	Úspešnosť	51,4	35,0	16,7	20,0	40,0
	SE	11,6	12,1	12,9	6,3	12,7
Spolu	Počet	4 590	4 590	4 590	4 590	4 590
	Úspešnosť	63,9	61,0	48,3	51,6	57,9
	SE	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4

Výsledok žiakov gymnázií bol významne lepší ako výsledok žiakov SOŠ na úrovni silnej vecnej signifikancie v oblastiach Funkcie, Stereometria a strednej vecnej signifikancie v oblastiach Základy matematiky, Planimetria a KPŠ (Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika).

Rozdiely vo výsledkoch žiakov SŠŠ a ŠUP v jednotlivých oblastiach kvôli malým počtom neinterpretujeme.

Základy matematiky boli v MAT24 najúspešnejšou obsahovou oblasťou pre žiakov všetkých druhov škôl. Najmenej úspešní boli v obsahovej oblasti Planimetria.



Obr. 17 Úspešnosť podľa obsahových oblastí testu a druhu školy – žiaci bez ZZ

Základy matematiky

Priemerná úspešnosť **63,9 %** (GYM 70,6 %, SOŠ 43,1 %, SŠŠ 60,9 %, ŠUP 51,4 %).

Základy matematiky testovalo 7 úloh (3 ÚKO a 4 ÚVO). Štyri z týchto úloh testovali dimenziu konceptuálnych vedomostí (č. 1, 21, 25 a 30), tri úlohy testovali dimenziu procedurálnych vedomostí (č. 2, 10 a 27). Po dve úlohy testovali kognitívny proces Porozumenie (č. 21 a 27), Aplikáciu (č. 2 a 10) a Analýzu (č. 1 a 30). Úloha č. 25 testovala kognitívny proces Hodnotenie. Matematický kontext mali 4 úlohy (č. 10, 21, 25 a 27), reálny kontext mali 3 úlohy (č. 1, 2 a 30). Úlohy č. 1, 2 a 25 patrili medzi veľmi ľahké. Úloha č. 27 bola pre maturantov ľahká. Úloha č. 21 patrila medzi stredne obťažné. Úlohy č. 10 a 30 medzi obťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu troch vybraných položiek.

Úloha č. 10

Téma: 1.4 Rovnice, nerovnice a ich sústavy

Obťažnosť: 35,4 %

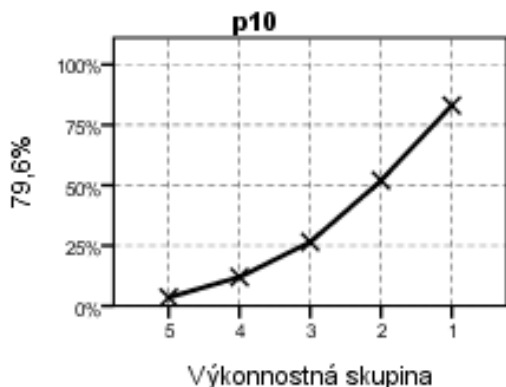
Dimenzia vedomosti: procedurálna

Dimenzia kognitívnych procesov: Aplikácia

Kontext položky: matematický

Zadanie: Vypočítajte v stupňoch koreň rovnice $\sin x = 3\cos x$, ak $x \in \langle 0^\circ ; 180^\circ \rangle$.

Správna odpoveď: 71,57 °



Obr. 18 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č. 10

Hodnotenie: Položka patrila svojou obťažnosťou (35,4 %) medzi obťažné položky. Testovala procedurálnu dimenziu, kognitívny proces Aplikáciu a mala matematický kontext.

Jedným z možných riešení úlohy bolo upraviť rovnicu $\sin x = 3\cos x$ na $\operatorname{tg} x = 3$ a kalkulačkou určiť hodnotu uhla x .

V tejto úlohe boli žiaci gymnázií (úspešnosť 43,6 %) úspešnejší ako žiaci SOŠ (úspešnosť 11,0 %) na úrovni miernej vecnej významnosti. Pre žiakov gymnázií bola úloha stredne obťažná, pre žiakov SOŠ to bola veľmi obťažná úloha. Úlohu o niečo lepšie riešili chlapci (úspešnosť 35,5 %) ako dievčatá (úspešnosť 35,2 %). Položka veľmi dobre rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlišila žiakov dvoch najlepších výkonnostných skupín. Citlivosť dosiahla vysokú hodnotu 79,6 %.

Úloha č. 21

Téma: 1.1 Logika a množiny

Obťažnosť: 59,1 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

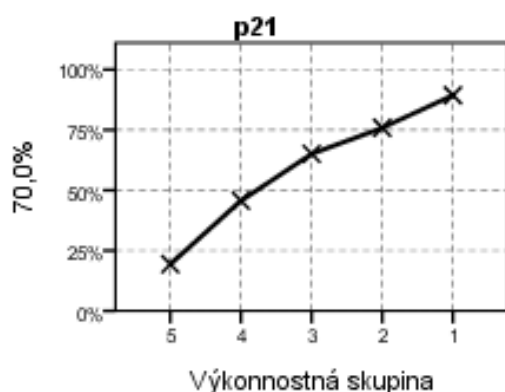
Dimenzia kognitívnych procesov: Porozumenie

Kontext položky: matematický

Zadanie: Z nasledujúcich výrokov vyberte ekvivalenciu.

- (A) V rovnostrannom trojuholníku sú všetky ťažnice zhodné a zároveň kolmé na príslušnú stranu trojuholníka.
- (B) V každom trojuholníku je súčet veľkostí jeho vnútorných uhlov 180° .
- (C) Ak je jeden z vnútorných uhlov trojuholníka tupý, potom zvyšné dva uhly sú ostré.
- (D) Stred kružnice opísanej rovnoramennému trojuholníku leží vo vnútri tohto trojuholníka alebo je totožný s jedným z jeho vrcholov.
- (E) Trojuholník je pravouhlý práve vtedy, ak pre dĺžky jeho strán platí Pytagorova veta.

Správna odpoveď: E



Obr. 19 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 21

Hodnotenie: Úlohu bolo možné riešiť prečítaním všetkých možností a určením, že výrok v možnosti E je ekvivalencia.

Táto úloha, podľa nás veľmi jednoduchá, sa s úspešnosťou 59,1 % zaradila medzi stredne obťažné. Pre dievčatá bola úloha ľahšia, dosiahli úspešnosť 61,7 %, chlapci 57,8 %. Gymnazisti dosiahli oveľa vyššiu priemernú úspešnosť (69,3 %) ako žiaci SOŠ (27,8 %), pre ktorých bola táto úloha obťažná. Rozdiel medzi týmito skupinami žiakov bol na úrovni strednej vecnej významnosti. Úloha s citlivosťou 70,0 % veľmi dobre rozlišovala hlavne skupiny menej úspešných žiakov.

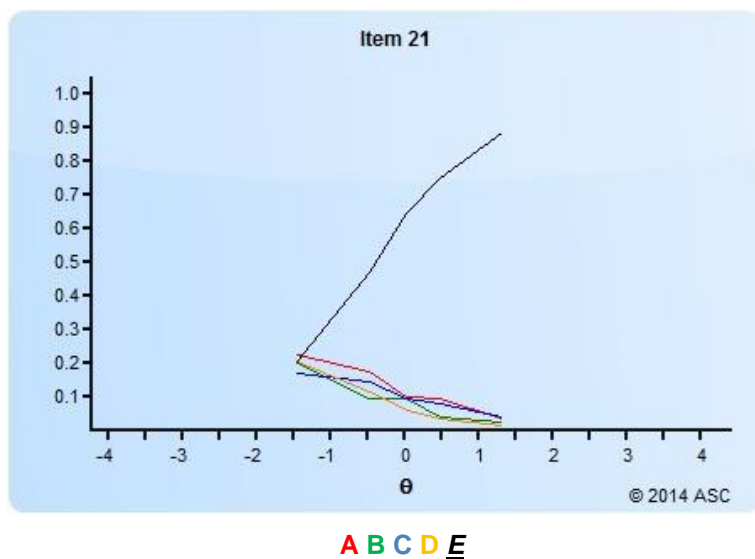
Analýza distraktorov:

Pri tejto analýze použijeme tabuľku početností odpovedí na jednotlivé možnosti, ktorú pre uzavreté úlohy ponúka metóda CTT (Classical Test Theory – Klasická teória testov) a graf, ktorý vyjadruje pravdepodobnosť voľby jednotlivých možností s narastajúcou úrovňou schopností testovaných žiakov z metódy IRT (Item Response Theory – Teória odpovede na položku).

Tab. 47 Početnosť odpovedí na jednotlivé možnosti úlohy č. 21 – metóda CTT (žiaci bez ZZ)

	A21	B21	C21	D21	E21	X21	Y21
P. Bis.	-0,18	-0,20	-0,13	-0,22	0,46	-0,05	-0,04
p	0,13	0,09	0,11	0,08	0,59	0,00	0,00
Počet	288,00	208,00	243,00	195,00	1 359,00	7,00	1,00

Možnosť so správnou odpoveďou si zvolilo najviac testovaných žiakov a P. Bis. tejto možnosti je kladný, čo znamená, že správnu možnosť volili hlavne žiaci s vyššími úspešnosťami v teste. Distraktory volili hlavne žiaci, ktorí boli v teste menej úspešní, P. Bis. všetkých distraktorov je záporný.



Obr. 20 Graf pravdepodobnosti voľby možností s narastajúcou úrovňou schopností testovaných žiakov úlohy č. 21 – metóda IRT (žiaci bez ZZ)

Na grafe vidíme, ako rýchlo klesala pravdepodobnosť voľby distraktorov s rastom schopností testovaných žiakov a naopak, ako rýchlo rástla pravdepodobnosť správnej odpovede E.

Úloha č. 30

Téma: 1.1 Logika a množiny

Obťažnosť: 38,4 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

Dimenzia kognitívnych procesov: Analýza

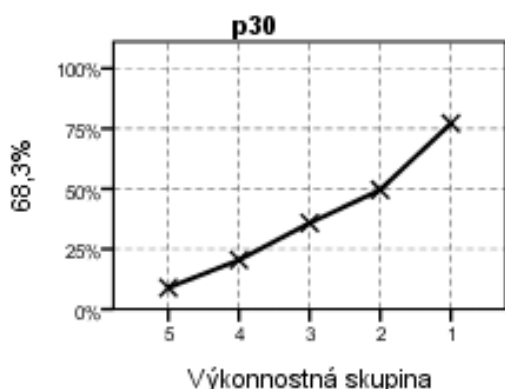
Kontext položky: reálny

Zadanie: Karol si dal pred maturitou predsavzatie: „Ak zmaturojem, kúpim si auto alebo motorku.“ Určte, v koľkých z nasledujúcich situácií by svoje predsavzatie porušil.

1. Nezmaturoval, kúpil si len auto.
2. Zmaturoval a kúpil si len motorku.
3. Nezmaturoval, nekúpil si auto ani motorku.
4. Zmaturoval, nekúpil si auto ani motorku.

(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 4

Správna odpoveď: B



Obr. 21 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 30

Hodnotenie: Úlohu bolo možné riešiť vyplnením hodnôt pravdivostí troch jednoduchých výrokov, z ktorých bol vytvorený zložený výrok „Ak zmaturojem, kúpim si auto alebo motorku.“

V1: Zmaturojem.

V2: Kúpim si auto.

V3: Kúpim si motorku.

Vyššie uvedený zložený výrok môžeme prepísať na $V1 \rightarrow (V2 \vee V3)$ a vyplníme tabuľku pravdivostných hodnôt pre tento zložený výrok.

Tab. 48 Tabuľka pravdivostných hodnôt k úlohe č. 30

V1	V2	V3	$V1 \rightarrow (V2 \vee V3)$	Číslo predsavzatia
1	1	1	1	
1	1	0	1	
1	0	1	1	2.
1	0	0	0	4.
0	1	1	1	
0	1	0	1	1.
0	0	1	1	
0	0	0	1	3.

Z tabuľky vidíme, že iba v riadku označenom žltou farbou je pravdivostná hodnota zloženého výroku $V1 \rightarrow (V2 \vee V3)$ **0** (výrok je nepravdivý). Tento riadok zároveň predstavuje 4. predsavzatie: „Zmaturoval, nekúpil si auto ani motorku.“ Takže svoje predsavzatie iba v tomto prípade porušil. V ostatných troch zložených výrokoch svoje predsavzatie neporušil.

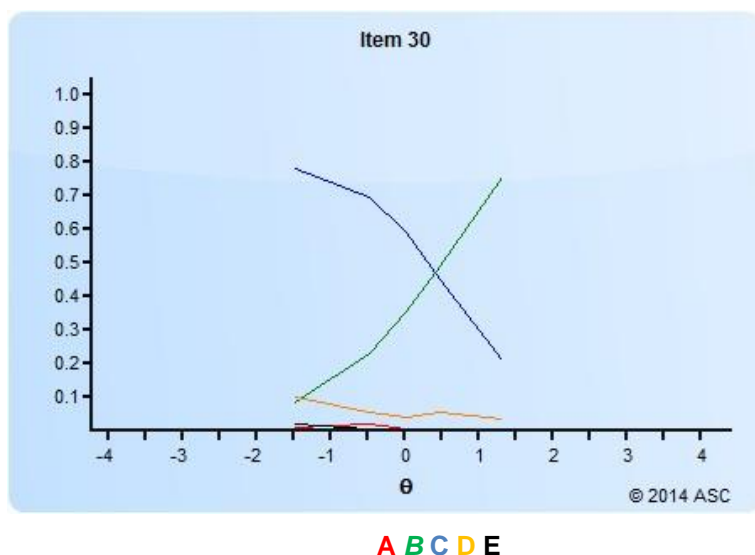
Pre dievčatá bola úloha ľahšia, dosiahli úspešnosť 39,6 %, chlapci 37,7 %. Gymnazisti dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť (46,3 %) ako žiaci SOŠ (15,2 %), pre ktorých bola táto úloha veľmi obťažná. Rozdiel medzi týmito skupinami žiakov bol na úrovni miernej vecnej významnosti. Úloha s citlivosťou 68,3 % veľmi dobre rozlišovala hlavne skupinu najúspešnejších žiakov.

Analýza distraktorov:

Tab. 49 Početnosť odpovedí na jednotlivé možnosti úlohy č. 30 – metóda CTT (žiaci bez ZZ)

	A30	B30	C30	D30	E30	X30	Y30
P. Bis.	-0,05	0,43	-0,35	-0,09	-0,08	-0,07	0,00
p	0,01	0,38	0,54	0,06	0,01	0,00	0,00
Počet	19,00	883,00	1 249,00	131,00	17,00	2,00	0,00

Z tabuľky vidíme, že pri tejto náročnejšej úlohe si možnosť správnej odpovede nezvolilo najviac testovaných žiakov, ale jej P. Bis. je kladný, čo znamená, že správnu možnosť volili hlavne žiaci z vyššími úspešnosťami v teste. Distraktor C, ktorý si zvolilo najviac žiakov mal P. Bis. záporný, ako aj ostatné distraktory. Volili si ich žiaci, ktorí boli v teste menej úspešní.



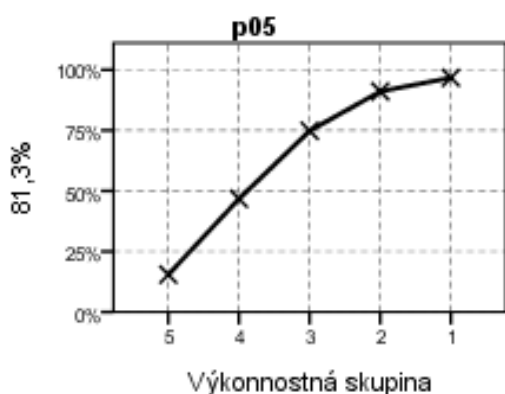
Obr. 22 Graf pravdepodobnosti voľby možností s narastajúcou úrovňou schopností testovaných žiakov úlohy č. 30 – metóda IRT (žiaci bez ZZ)

Na grafe vidíme, že pravdepodobnosť voľby distraktora **C** bol pre žiakov pod úrovňou priemeru schopností výrazne atraktívnejší ako správna odpoveď **B**, so zvyšujúcou sa úrovňou schopností pravdepodobnosť jeho voľby prudko klesala a extrémne rýchlo rástla pravdepodobnosť voľby správnej odpovede **B**. Ostatné distraktory (A, D, E) boli pre žiakov málo atraktívne.

Funkcie

Priemerná úspešnosť **61,0 %** (GYM 69,9 %, SOŠ 33,7 %, SŠŠ 52,3 %, ŠUP 35,0 %).

Funkcie testovalo 8 úloh (5 ÚKO a 3 ÚVO). Tri z týchto úloh testovali dimenziu konceptuálnych vedomostí (č. 16, 23 a 24), päť úloh testovalo dimenziu procedurálnych vedomostí (č. 5, 8, 12, 19 a 22). Dve úlohy testovali kognitívny proces Aplikácia (č. 5 a 12), Analýzu testovali 3 úlohy (č. 8, 19 a 22), Hodnotenie overovali dve úlohy (č. 23 a 24). Úloha č. 16 testovala kognitívny proces Tvorenie. Všetky úlohy tejto oblasti mali matematický kontext. Úlohy č. 5, 12, 22, 23 a 24 patrili medzi ľahké. Úlohy č. 8, 16 a 19 boli pre maturantov stredne obťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu troch vybraných položiek.

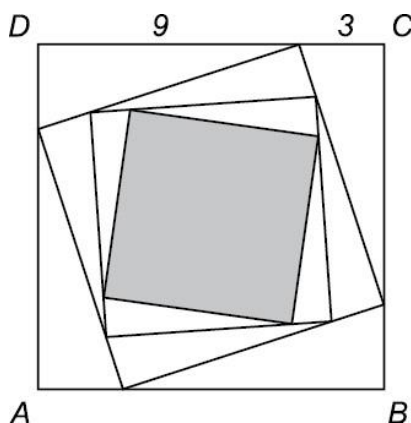
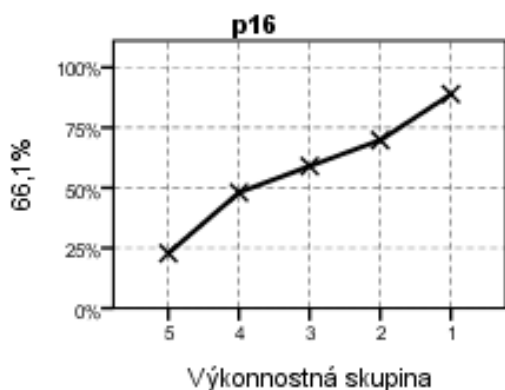
Úloha č. 5**Téma:** 2.3 Mnohočleny a mocninové funkcie, lineárna lomená funkcia**Obťažnosť:** 65,0 %**Dimenzia vedomosti:** procedurálna**Dimenzia kognitívnych procesov:** Aplikácia**Kontext položky:** matematický**Zadanie:** Grafy funkcií $f: y = x + 1$ a $g: y = \frac{6}{x}$ majú dva spoločné body. Vypočítajte súčin všetkých súradníc týchto dvoch bodov.**Správna odpoveď:** 36

Obr. 23 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 5

Hodnotenie: Úlohu bolo možné vyriešiť pomocou rovnice: $x + 1 = \frac{6}{x}$. Po úprave vyriešime kvadratickú rovnicu: $x^2 + x + 6 = 0$. Korene rovnice sú 2 a -3. Súradnice spoločných bodov $A[2; -3]$ a $B[3; -2]$. Súčin všetkých súradníc týchto priesečníkov je 36. Úloha bola pre maturantov ľahká. Úspešnejšie boli dievčatá (67,5 %) ako chlapci (63,7 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 76,0 %, žiaci SOŠ 31,4 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol stredne vecne významný. Úloha s vysokou citlivosťou v teste (81,3 %) výborne rozlišovala najmä slabšie výkonnostné skupiny žiakov.

Úloha č. 16**Téma:** 2.4 Logaritmické a exponenciálne funkcie, geometrická postupnosť**Obťažnosť:** 57,7 %**Dimenzia vedomosti:** konceptuálna**Dimenzia kognitívnych procesov:** Tvorenie**Kontext položky:** matematický

Zadanie: Daný je štvorec ABCD s dĺžkou strany 12 cm. Do tohto štvorca je vpísaný menší štvorec tak, že jeho vrcholy ležia na stranách pôvodného štvorca, vždy v štvrtine dĺžky strany. Ďalšie štvorce sú vytvorené tým istým spôsobom. Vypočítajte v centimetroch dĺžku strany vyfarbeného štvorca.

**Správna odpoveď:** 5,93

Obr. 24 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 16

Hodnotenie: Úlohu bolo možné vyriešiť vytvorením vzťahu pre obsah štvrtého vyfarbeného štvorca $a_4 = \left(\frac{\sqrt{10}}{4}\right)^3 \cdot a_1$. Úloha bola pre maturantov stredne obťažná. Úspešnejšie boli dievčatá (57,9 %) ako chlapci (57,6 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 64,3 %, žiaci SOŠ 37,9 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol mierne vecne významný. Úloha s citlivosťou (66,1 %) dobre rozlišovala najmä najmenej úspešné a najúspešnejšie výkonnostné skupiny žiakov.

Úloha č. 23

Téma: 2.4 Logaritmické a exponenciálne funkcie, geometrická postupnosť

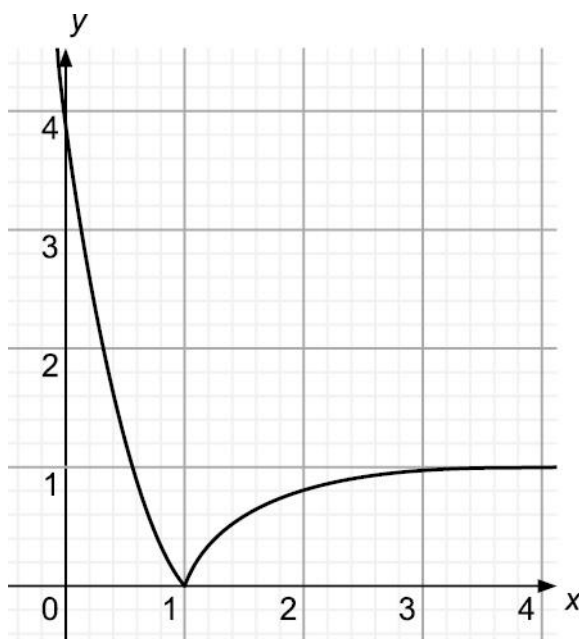
Obťažnosť: 68,8 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

Dimenzia kognitívnych procesov: Hodnotenie

Kontext položky: matematický

Zadanie: Vyberte predpis funkcie, ktorej časť grafu je znázornená na obrázku. Graf funkcie prechádza bodmi $[0 ; 4]$ a $[1 ; 0]$.



(A) $y = |5^{1-x} - 1|$

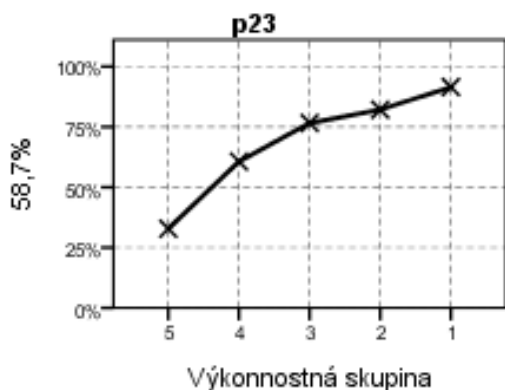
(B) $y = \left| \left(\frac{1}{5}\right)^{1+x} - 1 \right|$

(C) $y = \left| \left(\frac{1}{5}\right)^{1+x} + 1 \right|$

(D) $y = \left| \left(\frac{1}{5}\right)^{1-x} - 1 \right|$

(E) $y = |5^{1-x} + 1|$

Správna odpoveď: A



Obr. 25 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 23

Hodnotenie: Úlohu bolo možné riešiť napríklad dosadením určených súradníc grafu funkcie $[0;4]$ a $[1;0]$ do prepisu funkcie v jednotlivých možnostiach.

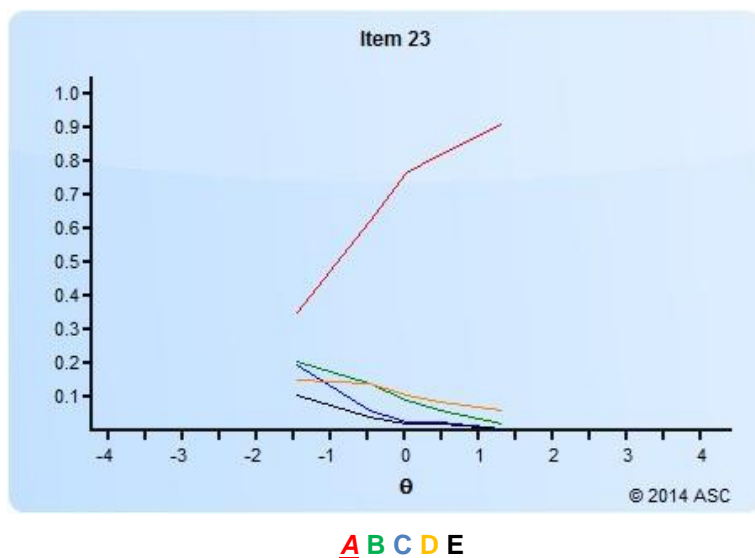
Táto úloha sa s úspešnosťou 68,8 % zaradila medzi ľahké. Vyššiu úspešnosť dosiahli chlapci (70,0 %) ako dievčatá (66,2 %) Gymnazisti dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť (74,3 %) ako žiaci SOŠ (52,3 %), pre ktorých bola táto úloha stredne obtiažná. Úloha s citlivosťou 58,7 % veľmi dobre rozlišovala hlavne skupiny menej úspešných žiakov.

Analýza distraktorov:

Tab. 50 Početnosť odpovedí na jednotlivé možnosti úlohy č. 23 – metóda CTT (žiaci bez ZZ)

	A23	B23	C23	D23	E23	X23	Y23
P. Bis.	0,40	-0,19	-0,25	-0,09	-0,17	-0,09	-0,03
p	0,69	0,10	0,06	0,11	0,04	0,01	0,00
Počet	1 582,00	231,00	141,00	248,00	83,00	15,00	1,00

Z tabuľky vidíme, že možnosť so správnou odpoveďou A si zvolilo najviac testovaných žiakov a P. Bis. tejto možnosti je kladný, čo znamená, že správnu možnosť volili hlavne žiaci s vyššími úspešnosťami v teste. Distraktory volili hlavne žiaci, ktorí boli v teste menej úspešní, P. Bis. všetkých distraktorov je záporný.



Obr. 26 Graf pravdepodobnosti voľby možností s narastajúcou úrovňou schopností testovaných žiakov úlohy č. 23 – metóda IRT (žiaci bez ZZ)

Na grafe vidíme, ako klesala pravdepodobnosť voľby distraktorov s rastom schopností testovaných žiakov a naopak, ako rýchlo rástla pravdepodobnosť správnej odpovede **A** s rastom ich schopností.

Planimetria

Priemerná úspešnosť **48,3 %** (GYM 56,7 %, SOŠ 22,7 %, SŠŠ 39,9 %, ŠUP 16,7 %) bola najnižšou úspešnosťou v porovnaní s ostatnými testovanými oblasťami.

Planimetriu testovalo 6 úloh (4 ÚKO a 2 ÚVO). Dve z týchto úloh testovali dimenziu konceptuálnych vedomostí (č. 18 a 20), štyri úlohy testovali dimenziu procedurálnych vedomostí (č. 6, 11, 26 a 29). Štyri úlohy testovali kognitívny proces Aplikácia (č. 6, 11, 26 a 29), Analýzu testovala úloha č. 20, Tvoriť overovala úloha č. 18. Všetky úlohy tejto oblasti mali matematický kontext. Úlohy č. 6, 11, 20, 26 a 29 patrili medzi stredne obťažné. Úloha č. 18 bola pre maturantov obťažná. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu dvoch vybraných položiek.

Úloha č. 11

Téma: 3.2 Analytická geometria v rovine

Obťažnosť: 44,4 %

Dimenzia vedomosti: procedurálna

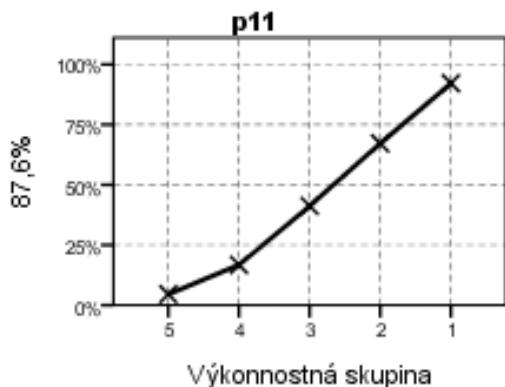
Dimenzia kognitívnych procesov: Aplikácia

Kontext položky: matematický

Zadanie: Daná je priamka $p: -x + y - 3 = 0$ a kružnica $k: (x + 3)^2 + (y - 2)^2 = 10$.

Zistite najväčšiu x-ovú súradnicu priesečníkov priamky p s kružnicou k .

Správna odpoveď: 0



Obr. 27 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 11

Hodnotenie: Úlohu bolo možné vyriešiť napríklad riešením sústavy dvoch rovníc s dvoma neznámymi:

$$-x + y - 3 = 0$$

$$(x + 3)^2 + (y - 2)^2 = 10$$

Riešením tejto sústavy rovníc sú súradnice priesečníkov priamky p s kružnicou k : $P_1[0; 3]$ a $P_2[-4; -1]$. Najväčšia x-ová súradnica týchto priesečníkov je teda 0.

Úloha bola pre maturantov stredne obťažná. Úspešnejšie boli dievčatá (47,7 %) ako chlapci (42,7 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 55,0 %, žiaci SOŠ iba 12,9 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol stredne vecne významný. Úloha mala najvyššiu citlivosť v teste (87,6 %) výborne rozlišovala všetky výkonnostné skupiny žiakov.

Úloha č. 18

Téma: 3.1 Základná rovinné útvary

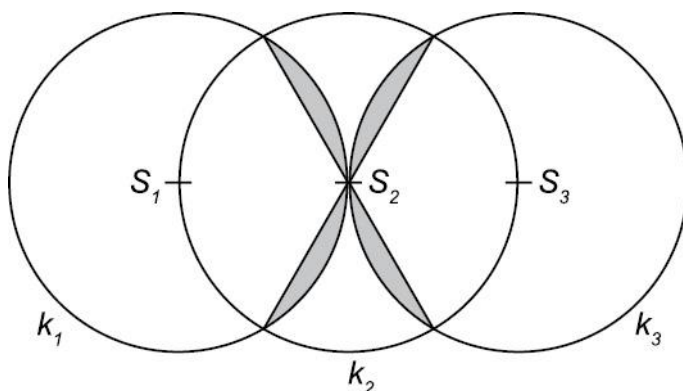
Obťažnosť: 28,6 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

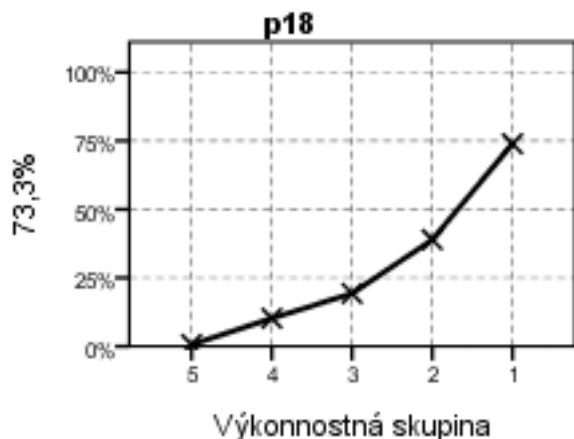
Dimenzia kognitívnych procesov: Tvoriť

Kontext položky: matematický

Zadanie: Dané sú kružnice $k_1(S_1, 2 \text{ cm})$, $k_2(S_2, 2 \text{ cm})$, $k_3(S_3, 2 \text{ cm})$ tak, ako sú znázornené na obrázku. Bod S_2 je bod dotyku kružníc k_1 a k_3 . Vypočítajte v centimetroch štvorcových celkový obsah vyfarbených kruhových odsekov na obrázku.



Správna odpoveď: 1,45



Obr. 28 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 18

Hodnotenie: Úlohu môžeme vyriešiť tak, že najprv vypočítame obsah jedného kruhového odseku. Od obsahu kruhového výseku, ktorý je šestinou obsahu kruhu s polomerom 2 cm $S_{kv} = \frac{2}{3}\pi$ odčítame obsah rovnostranného trojuholníka s dĺžkou strany 2 cm $S_{rt} = \sqrt{3}$. Výsledný obsah kruhových odsekov bude teda: $S_{ko} = 4 \cdot \left(\frac{2}{3}\pi - \sqrt{3}\right)$. Výsledok zaokrúhlený na dve desatinné miesta 1,45.

Úloha bola pre maturantov obťažná. Úspešnejšie boli dievčatá (29,7 %) ako chlapci (28,0 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 35,5 %, žiaci SOŠ iba 7,8 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol mierne vecne významný. Úloha mala citlivosť (73,3 %) výborne rozlišovala najmä najúspešnejšie výkonnostné skupiny žiakov.

Stereometria

Priemerná úspešnosť **51,6 %** (GYM 60,1 %, SOŠ 25,2 %, SŠŠ 54,7 %, ŠUP 20,0 %).

Stereometriu testovalo 5 úloh s krátkou odpoveďou. Všetky úloh testovali dimenziu konceptuálnych vedomostí. Štyri úlohy testovali kognitívny proces Analýza (č. 4, 9, 13 a 15). Tvoriť overovala úloha č. 14. Všetky úlohy tejto oblasti mali matematický kontext. Úlohy č. 14 a 15 patrili medzi obťažné. Úloha č. 13 bola pre maturantov stredne obťažná a úlohy č. 4 a 9 ľahké. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu dvoch vybraných úloh.

Úloha č. 13

Téma: 4.3 Lineárne útvary v priestore – polohové úlohy

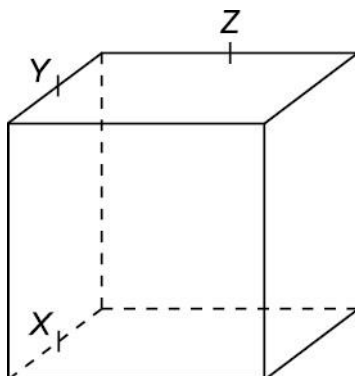
Obťažnosť: 46,0 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

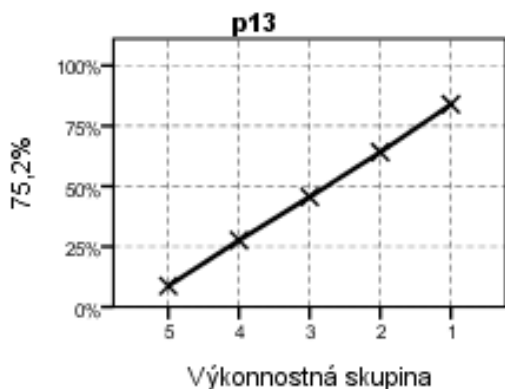
Dimenzia kognitívnych procesov: Analýza

Kontext položky: matematický

Zadanie: Body X, Y a Z sú stredy hrán kocky na obrázku. Rez kocky rovinou XYZ má obsah $18\sqrt{2} \text{ cm}^2$. Vypočítajte v centimetroch dĺžku hrany kocky.



Správna odpoveď: 6



Obr. 29 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 13

Hodnotenie: Úlohu môžeme vyriešiť tak, že si uvedomíme, že rezom kocky je obdĺžnik s dĺžkami strán $a, \frac{a}{\sqrt{2}}$, kde a je dĺžka hrany kocky. Obsah rezu kocky je známy $18\sqrt{2} \text{ cm}^2$. Dĺžku hrany kocky vypočítame riešením rovnice $a \cdot \frac{a}{\sqrt{2}} = 18\sqrt{2}$. Dĺžka hrany kocky je teda 6 cm.

Úloha bola pre maturantov stredne obťažná. Úspešnejšie boli dievčatá (49,3 %) ako chlapci (44,3 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 56,3 %, žiaci SOŠ 14,5 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol stredne vecne významný. Úloha mala citlivosť (75,2 %) rovnomerne rozlišovala všetky výkonnostné skupiny žiakov.

Úloha č. 14

Téma: 4.5 Telesá

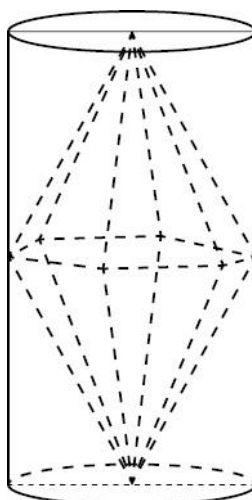
Obťažnosť: 25,7 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

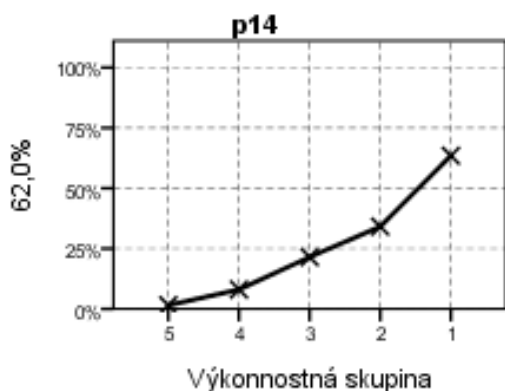
Dimenzia kognitívnych procesov: Tvoriť

Kontext položky: matematický

Zadanie: Diamant, zložený z dvoch zhodných kolmých ihlanov so spoločnou podstavou pravidelného šesťuholníka, je vložený do nádoby tvaru valca. Každý vrchol diamantu sa dotýka plášt'a, alebo podstavy valca. Pozrite obrázok. Zistite, koľko percent objemu valca tvorí diamant.



Správna odpoveď: 27,57



Obr. 30 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 14

Hodnotenie: Úlohu môžeme vyriešiť tak, že vypočítame objem diamantu a objem valca, do ktorého je diamant vložený. Objem diamantu vydělíme objemom valca a podiel násobíme číslom 100, aby sme dostali výsledok v percentách. Ak v označíme ako výšku diamantu (zároveň je to polovica objemu valca) a r polomer podstáv valca (aj dĺžka hrán podstavy

diamantu) môžeme vypočítať, že objem diamantu V_d je $r^2v\sqrt{3}$ a objem valca V_v je $2\pi r^2v$.

Podiel $\frac{V_d}{V_v}$ je teda $\frac{\sqrt{3}}{\pi}$ po vynásobení číslom 100 dostaneme výsledok 27,57 %.

Úloha bola pre maturantov najobťažnejšou v teste. Úspešnejší boli chlapci (26,6 %) ako dievčatá (24,0 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 31,5 %, žiaci SOŠ 8,2 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol mierne vecne významný. Úloha mala citlivosť (62,0 %) najviac rozlišovala najúspešnejšie výkonnostné skupiny žiakov.

Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika

Priemerná úspešnosť **57,9 %** (GYM 64,0 %, SOŠ 39,2 %, SŠŠ 53,3 %, ŠUP 40,0 %).

Kombinatoriku, pravdepodobnosť a štatistiku (KPŠ) testovali tri úlohy s krátkou odpoveďou a jedna úloha s výberom odpovede. Všetky úlohy testovali dimenziu konceptuálnych vedomostí. Dve úlohy testovali kognitívny proces Analýza (č. 3 a 28). Aplikáciu overovala úloha č. 7 a Tvorit' úloha č. 17. Úlohy č. 3, 7 a 17 mali reálny kontext, úloha č. 28 matematický. Úloha č. 3 patrila medzi veľmi ľahké. Úloha č. 7 bola pre maturantov ľahká, úloha č. 28 stredne obťažná a úloha č. 17 obťažná. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu dvoch vybraných úloh.

Úloha č. 17

Téma: 5.2 Štatistika

Obťažnosť: 35,1 %

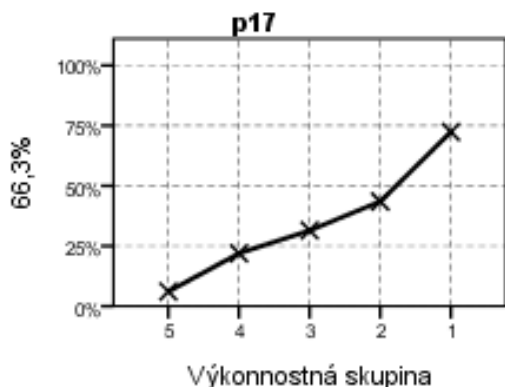
Dimenzia vedomosti: konceptuálna

Dimenzia kognitívnych procesov: Tvorit'

Kontext položky: reálny

Zadanie: Na tabuli bolo napísaných 9 prirodzených čísel zoradených podľa veľkosti. Ich modus bol 7, medián 8 a aritmetický priemer 9. Učiteľ zmazal 6 čísel. Na tabuli zostali už len čísla 4, 9 a 11. Vieme, že 4 bolo najmenšie číslo zo všetkých, ktoré boli pôvodne napísané na tabuli. Zistite, ktoré najväčšie číslo mohlo byť napísané na tabuli.

Správna odpoveď: 20



Obr. 31 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 17

Hodnotenie: Zaujímavá úloha, ktorá preverí porozumenie základných pojmov štatistiky. Tvorivou aplikáciou pojmov modus, medián a aritmetický priemer zistíme, že je možné vytvoriť dva štatistické súbory čísel, ktoré spĺňajú zadanie úlohy: $\{4,5,7,7,8,9,10,11,20\}$ a $\{4,7,7,7,8,8,9,11,20\}$. V oboch prípadoch najväčšie číslo, ktoré mohlo byť zapísané na tabuli je 20.

Úloha bola pre maturantov obťažná. Úspešnejšie boli dievčatá (37,3 %) ako chlapci (34,0 %). Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 42,5 %, žiaci SOŠ 12,8 %. Rozdiel medzi týmito dvoma skupinami žiakov bol mierne vecne významný. Úloha mala citlivosť (66,3 %) najviac rozlišovala najúspešnejšie výkonnostné skupiny žiakov.

Úloha č. 28

Téma: 5.1 Kombinatorika a pravdepodobnosť

Obťažnosť: 51,9 %

Dimenzia vedomosti: konceptuálna

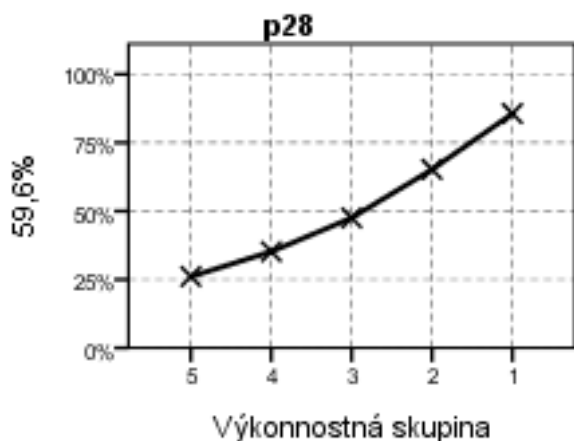
Dimenzia kognitívnych procesov: Analýza

Kontext položky: matematický

Zadanie: Máme množinu všetkých 5-ciferných čísel, v ktorých sa číslice neopakujú. Určte pravdepodobnosť, že z tejto množiny náhodne vyberieme číslo deliteľné piatimi.

- (A) $\frac{15}{81}$ (B) $\frac{17}{81}$ (C) $\frac{13}{81}$ (D) $\frac{9}{81}$ (E) $\frac{8}{81}$

Správna odpoveď: B



Obr. 32 Distribúcia úspešnosti a citlivosť úlohy č. 28

Hodnotenie: Prirodzené číslo je deliteľné 5, ak jeho poslednou cifrou je 0 alebo 5.

Počet všetkých rôznych päťciferných čísel, v ktorých sa číslice neopakujú je 9.9.8.7.6.

Počet všetkých rôznych päťciferných čísel, v ktorých sa číslice neopakujú a na konci čísla je číslica 0 je 9.8.7.6.

Počet všetkých rôznych päťciferných čísel, v ktorých sa číslice neopakujú a na konci čísla je číslica 5 je 8.8.7.6.

Pravdepodobnosť podľa klasickej definície počítame ako podiel počtu priaznivých prípadov k počtu všetkých možných prípadov.

V našej úlohe $P = \frac{9.8.7.6+8.8.7.6}{9.9.8.7.6}$ po úprave $P = \frac{17}{81}$, čo je správna odpoveď B.

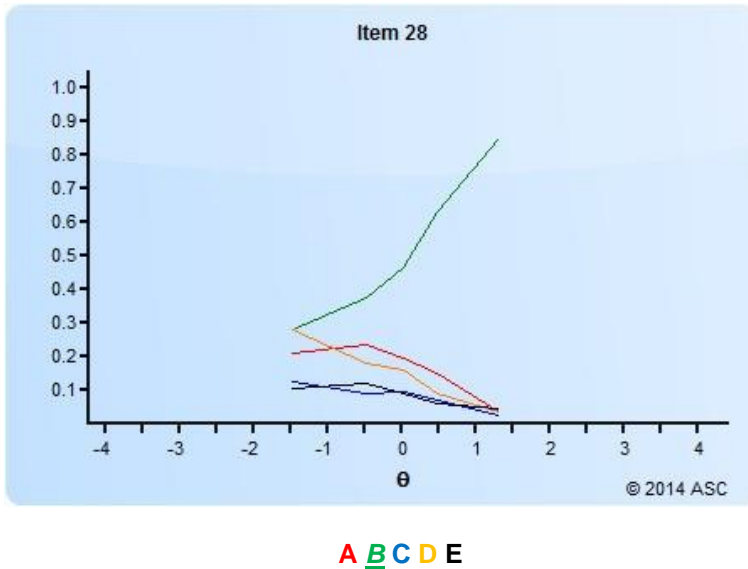
Táto úloha sa s úspešnosťou 51,9 % zaradila medzi stredne obťažné. Vyššiu úspešnosť dosiahli dievčatá (54,4 %) ako chlapci (50,7 %) Gymnazisti dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť (58,0 %) ako žiaci SOŠ (33,5 %), pre ktorých bola táto úloha obťažná. Úloha s citlivosťou 59,6 % veľmi dobre rozlišovala hlavne skupiny najúspešnejších žiakov.

Analýza distraktorov:

Tab. 51 Početnosť odpovedí na jednotlivé možnosti úlohy č. 28 – metóda CTT (žiaci bez ZZ)

	A28	B28	C28	D28	E28	X28	Y28
P. Bis.	-,14	,37	-,10	-,21	-,09	-,05	-,03
p	,16	,52	,08	,15	,08	,01	,00
Počet	377,00	1 195,00	183,00	337,00	191,00	17,00	1,00

Z tabuľky vidíme, že možnosť so správnou odpoveďou B si zvolilo najviac testovaných žiakov a P. Bis. tejto možnosti je kladný, čo znamená, že správnu možnosť volili hlavne žiaci s vyššími úspešnosťami v teste. Distraktory volili hlavne žiaci, ktorí boli v teste menej úspešní, P. Bis. všetkých distraktorov je záporný.



Obr. 33 Graf pravdepodobnosti voľby možností s narastajúcou úrovňou schopností testovaných žiakov úlohy č. 28 – metóda IRT (žiaci bez ZZ)

Na grafe vidíme, ako klesala pravdepodobnosť voľby distraktorov s rastom schopností testovaných žiakov a naopak, ako rýchlo rástla pravdepodobnosť správnej odpovede **B** s rastom ich schopností. Distraktor **A** volili žiaci pod úrovňou priemeru vedomostí približne s rovnakou pravdepodobnosťou. S rastom schopností testovaných žiakov začala pravdepodobnosť jeho voľby klesať. Distraktory **C**, **E** s nárastom schopností klesali len veľmi pozvoľne.

Záver a odporúčania do praxe

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

Test riešilo **4 779** maturantov. Počet maturantov v porovnaní s predchádzajúcim rokom mierne vzrástol. V rozdelení podľa druhu školy boli žiaci gymnázií zastúpení **74,3 %**, žiakov stredných odborných škôl **24,8 %**, žiakov stredných športových škôl **0,8 %** a žiaci škôl umeleckého priemyslu **0,1 %**. Počet žiakov v jednotlivých krajoch bol ohraničený najvyšším počtom žiakov v Bratislavskom kraji **1 021** a najnižším počtom žiakov v Banskobystrickom kraji **397**. Podľa zriaďovateľa tradične významne viac žiakov bolo zo štátnych škôl **83,1 %**, žiaci cirkevných škôl tvorili **12,3 %** a súkromných škôl **4,6 %** z celkového počtu maturantov z matematiky. Chlapcov (**67,5 %**) bolo dvakrát viac ako dievčat (**32,5 %**).

Priemerná úspešnosť testu bola **56,8 %**. Ukázalo sa, že priemerné výkony žiakov podľa krajov boli porovnateľné a pohybovali sa v intervale 50,9 % až 60,7 %. Rozdiely v priemerných výkonoch žiakov delených podľa zriaďovateľa školy sú v posledných rokoch zanedbateľné, pohybovali sa medzi 55,9 % až 60,6 %. Z hľadiska druhu školy bol výkon žiakov gymnázií tradične lepší ako výkon žiakov stredných odborných škôl a to o 32,3 % (v minulom roku tento rozdiel bol iba 20,7 %). Rozdiel bol na úrovni **silnej** vecnej významnosti (v minulom roku bol na úrovni miernej vecnej významnosti). Gymnazisti boli vo všetkých obsahových oblastiach testu úspešnejší ako žiaci stredných odborných škôl. Treba poznamenať, že k stabilne nižšiemu priemernému výkonu žiakov stredných odborných škôl oproti žiakom gymnázií okrem odbornej študijnej orientácie a intenzity vyučovania matematiky môže prispievať aj dobrovoľná forma skúšky. V porovnaní úspešnosti podľa pohlavia sme nezaznamenali štatisticky významný rozdiel. Rozdiely v úspešnosti chlapcov a dievčat sa nepotvrdili ani v jednotlivých oblastiach testu.

V záujme objektívnosti testovania boli vytvorené dva varianty testu, ktoré boli zo všetkých skúmaných hľadísk ekvivalentné. Základné charakteristiky testu nepoukazovali na závažné neštandardné vybočenia. O výbornej kvalite a presnosti testu vypovedajú sledované psychometrické parametre ako obťažnosť, citlivosť, neriešenosť a predovšetkým konzistentnosť položiek, čiže medzipoložková korelácia prezentovaná hodnotami Point Biseriálu.

Úspešné zvládnutie obsahu predmetu matematika podľa Štátneho vzdelávacieho programu nie je postačujúce na úspešné absolvovanie maturitnej skúšky z matematiky, ktorej obsah je

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

Vo vyučovaní matematiky je na základe vyššie analyzovaného a prezentovaného potrebné klásť dôraz na riešenie úloh, ktoré vyžadujú tvorivý prístup žiaka, aplikáciu a vzájomné prepojenie poznatkov z rôznych oblastí matematiky. Dostatočný priestor je potrebné venovať matematizácii problémov z bežného života, zároveň aj precvičovaniu algebrických zručností potrebných pri vysokoškolskom štúdiu. Pri vyučovaní je potrebné venovať dostatočný priestor aj úlohám podporujúcim pozornosť, sústredenosť a dôslednosť žiaka počas ich riešenia, overenia splnenia všetkých podmienok v zadaní a tvorby záveru.

Literatúra

1. Burjan, V.: Tvorba a využívanie školských testov vo vzdelávacom procese. Exam: Bratislava 1999.
2. Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. ŠPÚ: Bratislava 2019.
3. Ficová, L. – Kurajová Stopková, J. – Pigová, M. – Repovský, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NIVaM: Bratislava 2023.
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. Kurajová Stopková, J. – Pigová, M. – Mikuška, J.: Správa zo štatistického spracovania testu matematika (CTT). NIVaM: Bratislava 2024.
7. Kurajová Stopková, J.– Pigová, M. – Mikuška, J. – Fico, M: Správa zo štatistického spracovania testu matematika (IRT). NIVaM: Bratislava 2024.
8. Lapitka, M.: Tvorba a použitie didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 1996.
9. Ritomský, A. – Zelmanová, O.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní. Položková a multivariačná analýza s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2003
10. Ritomský, A. – Zelmanová, O. – Zelman, J.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2002.
11. Rosa, V.: Metodika tvorby didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 2007.
12. SPSS Base 10.0 User`s Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1999.
13. SPSS Base 7.0 Syntax Reference Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1996.
14. Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
15. Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie. ŠPÚ: Bratislava 2009.
16. Štátny vzdelávací program. Matematika (Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami). Príloha ISCED 3A. ŠPÚ: Bratislava 2009.
17. Turek, I.: Učitel a didaktické testy. Metodické centrum: Bratislava 1996.
18. Urbánek, T. – Denglerová, D. – Sirůček, J.: Psychometrika. Měření v psychologii. Portál: Praha 2011.
19. Vzdelávací štandard pre študijné odbory, ktorých absolvovaním žiak získa úplné stredné odborné vzdelanie. ŠPÚ: Bratislava 2013.
20. Wimmer, G.: Štatistické metódy v pedagogickom výskume. Gaudeamus: Hradec Králové 1993.
21. Kelecsényi, P. – Páleníková, M.: Vzdelávací program Prírodovedná gramotnosť pre učiteľov druhého stupňa základnej školy. Raabe Akadémia, 2021

Príloha

Vysvetlenie základných štatistických pojmov a charakteristík položiek v klasickej teórii 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). Hodnotu úspešnosti žiaka vyjadrenú v percentách je vhodné sledovať vždy v súvislosti s percentilom.

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 ekvivalentných úloh jedného testu v rovnakom čase. Tento údaj vypočítame tak, že účastníkov testovania usporiadame do poradia podľa dosiahnutej celkovej úspešnosti v teste a ich poradie vyjadríme hodnotou percentilu na stupnici 0 – 100. Hodnotu percentilu zaokrúhľujeme na jedno desatinné miesto.

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-percentnou 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-percentnou pravdepodobnosťou nachádza úspešnosť individuálneho žiaka.

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

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

Tab. 1 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. 2 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. Koeficient medzipoložkovej korelácie ***P. Bis.*** (***Point Biserial***) položky určuje koreláciu medzi obťažnosťou položky testu a obťažnosťou ostatných položiek testu. Ak je hodnota *P. Bis.* položky záporná, tak žiaci v teste celkove úspešní 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.

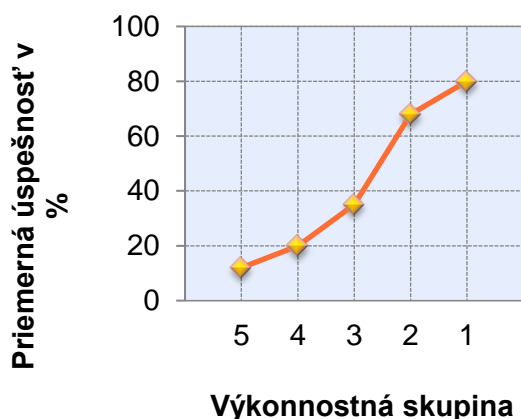
Tab. 3 Klasifikácia položiek podľa *P. Bis.*

Hodnota <i>P. Bis.</i>	Rozlišovacia schopnosť položky
záporná hodnota	rozlišuje opačným ako žiaducim smerom
hodnota okolo 0	nerozlišuje, resp. len slabo rozlišuje medzi žiakmi s rôznym výkonom v teste
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 nasledujúcich kritérií:

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

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



Obr. 1 Distribúcia úspešností odpovedí žiakov na položku podľa výkonnostných skupín

Citlivosť (rozlišovacia sila položky) je schopnosť položky rozlíšiť „dobrych“ 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. V nasledujúcej tabuľke je rozdelenie položiek podľa hodnoty citlivosti.

Tab. 4 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. Za kritickú považujeme hodnotu neriešenosti vyššiu ako 30,0 %.