



**MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

NÚCEM
NÁRODNÝ ÚSTAV CERTIFIKOVANÝCH
MERANÍ VZDELÁVANIA

Maturitná skúška 2019

Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky

**Mgr. Tomáš Ficek
PaedDr. Janka Kurajová Stopková
RNDr. Miroslav Repovský
Mgr. Petra Zaťková**

Bratislava 2019

Obsah

Obsah.....	2
Vysvetlivky.....	3
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.....	7
2 Výsledky RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia CTT.....	12
2.1 Všeobecné výsledky.....	12
2.2 Analýza rozdielov vo výsledkoch.....	15
2.2.1 Rozdiely podľa druhu školy.....	15
2.2.2 Rozdiely podľa kraja.....	17
2.2.3 Rozdiely podľa zriaďovateľa.....	18
2.2.4 Rozdiely podľa pohlavia.....	19
2.2.5 Rozdiely podľa známky.....	20
2.2.6 Rozdiely podľa veľkosti školy.....	21
2.2.7 Rozdiely podľa veľkosti sídla školy.....	22
2.2.8 Rozdiely podľa formy štúdia.....	23
2.2.9 Rozdiely podľa vyučovacieho jazyka.....	24
2.2.10 Rozdiely podľa dĺžky štúdia u žiakov gymnázií.....	25
2.2.11 Rozdiely podľa odboru vzdelania.....	26
2.2.12 Rozdiely podľa dosiahnutého vzdelania.....	27
3 Interpretácia výsledkov testu.....	28
3.1 Porovnanie variantov testu a charakteristika položiek.....	28
3.2 Papierová forma testovania.....	30
3.2.1 Porovnanie variantov.....	30
3.2.2 Súhrnné charakteristiky položiek.....	34
3.3 Obťažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie.....	38
3.4 Obsahové oblasti.....	38
3.5.1 Obťažnosť položiek podľa tematického celku.....	38
3.5.1.1 Základy matematiky.....	42
3.5.1.2 Funkcie.....	44
3.5.1.3 Planimetria.....	47
3.5.1.4 Stereometria.....	49
3.5.1.5 Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika.....	51
Záver a odporúčania do praxe.....	53
Literatúra.....	55
Vysvetlenie niektorých použitých pojmov.....	58

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
<i>r</i>	– korelačný koeficient, koeficient vecnej významnosti (signifikancie)
CTT	– klasická teória testovania (Classical Test Theory)
IRT	– teória odpovede na položku (ItemResponseTheory)
SE	– štandardná chyba priemernej úspešnosti
Vec. Sig.	– vecná významnosť (signifikancia)
MAT19	– označenie testu z matematiky pre RT EČ MS v roku 2019
položka (testová)	– príklad, úloha, otázka v teste určená na riešenie a hodnotená (0, 1) v hrubom skóre

Úvod

Dňa **14. marca 2019** sa na stredných školách v SR konal riadny termín externej časti maturitnej skúšky (RT 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 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.

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. Sprístupňujeme tiež rozdelenie testovaných žiakov podľa úspešnosti.

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

V závere sumarizujeme štatistické zistenia smerované k hodnoteniu výkonov populačného ročníka a k overeniu meracieho nástroja, prípadne identifikujeme jeho slabiny v záujme budúceho skvalitnenia tvorby testov. Dovolili sme si uviesť aj odporúčania pre skvalitnenie práce učiteľov matematiky, ktoré nám vyplynuli z analýzy výsledkov testu MAT19.

Stručné vysvetlenie niektorých odborných pojmov, štatistických postupov a vzťahov používaných v tejto správe uvádzame v prílohe.

Variant 19 1447, resp. 19 1504 (maďarská mutácia) hodnoteného 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. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov a Vyhláška Ministerstva školstva Slovenskej republiky č. 318/2008 Z. z. o ukončovaní štúdia na stredných školách v znení neskorších predpisov, podľa ktorých maturitnú skúšku z matematiky na jednej úrovni absolvovali iba žiaci, ktorí si matematiku zvolili ako voliteľný predmet (len žiaci gymnázií) alebo konali z matematiky dobrovoľnú MS.

Test EČ MS z matematiky bol zostavený ako porovnávaci, rozlišujúci test relatívneho výkonu (norm-referenced NR test), s cieľom usporiadať všetkých maturujúcich žiakov (riešiacich jeden rovnaký test v jednom rovnakom termíne) 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. Paralelne prebiehala recenzia pilotovaných testov. Následne bola zostavená skupina 30 položiek pokrývajúcich čo najširší záber pojmov a zručností obsiahnutých v Cieľových požiadavkách na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky tak, že priemer obťažnosti vybraných položiek podľa výsledkov pilotných testovaní bol približne 50,0 % (priemerná úspešnosť žiakov v dobre zostavenom NR teste by podľa teórie tvorby testov mala dosiahnuť hodnotu z intervalu od 40 % do 60 %). Otvorené aj uzavreté položky testu boli zoradené do poradia od najľahších po najťažšie podľa klesajúcej obťažnosti nameranej v pilotných testovaniach.

Test 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. Tematický celok Základy matematiky bol v teste zastúpený siedmimi úlohami, Funkcie ôsmimi, Planimetria šiestimi, Stereometria piatimi a tematický celok Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika štyrmi úlohami.

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

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 znalosti 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 ľahké úlohy, stredne obťažné a náročné úlohy.

Úlohy testu bolo možné riešiť pomocou kalkulačky, ktorá umožňovala obvyklé operácie a výpočet hodnôt funkcií. Bolo povolené používať kalkulačku, ktorá 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 škôl s vyučovacím jazykom maďarským. Zdravotne znevýhodnení žiaci riešili test s graficky upraveným zadaním úloh (veľkosť písma, riadkovanie, zvýraznenie textu, úprava obrázkov). Test bol administrovaný formou papierového výtlačku alebo elektronicky systémom E-test. Výtlačok testu obsahoval dva bezpečnostné prvky (čiarový kód a úzky pásik geometrických vzorov, osobitý pre každý jednotlivý test). Prihlásenie do systému E-test a zobrazenie variantu testu na obrazovke počítača bolo možné po zadaní hesla, ktoré sa žiaci dozvedeli od administrátora testovania.

1.2 Testovaní žiaci

Test MAT19 riešilo **5 296** žiakov z **339** škôl, čo predstavuje **12,6 %** všetkých maturujúcich žiakov v riadnom termíne. Oproti minulému roku klesol počet žiakov maturujúcich z matematiky približne o 200 a počet škôl o 5.

Tab. 1 Počet a percentuálne zastúpenie škôl a žiakov podľa jednotlivých krajov SR v MAT19

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Kraj	BA	49	14,5%	810	15,3%
	TT	33	9,7%	477	9,0%
	TN	32	9,4%	513	9,7%
	NR	35	10,3%	581	11,0%
	ZA	50	14,7%	885	16,7%
	BB	37	10,9%	428	8,1%
	PO	57	16,8%	807	15,2%
	KE	46	13,6%	795	15,0%
	Spolu	339	100,0%	5 296	100,0%

Počet žiakov maturujúcich z matematiky v jednotlivých krajoch bol proporčný k celkovému počtu maturantov v jednotlivých krajoch. Najviac maturantov z matematiky bolo zo Žilinského kraja a najmenej z Banskobystrického kraja.

Tab. 2 Počet žiakov podľa pohlavia v MAT19

		počet	%
Pohlavie	chlapci	3 591	67,8%
	dievčatá	1 705	32,2%
	spolu	5 296	100,0%

Test MAT19 riešilo približne dvakrát viac chlapcov ako dievčat. Tento pomer sa od minulého roka nezmenil.

Tab. 3 Počet žiakov podľa vyučovacieho jazyka v MAT19

Vyučovací jazyk žiaka	počet	%
slovenský	5 017	94,7%
maďarský	275	5,2%
ukrajinský	4	0,1%
spolu	5 296	100,0%

Približne jeden z dvadsiatich maturantov z matematiky mal iný vyučovací jazyk ako slovenský, čo takisto kopíruje minuloročnú situáciu.

Tab. 4 Počet žiakov podľa druhu školy v MAT19

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	204	60,2%	3 959	74,8%
	SOŠ	125	36,9%	1 245	23,5%
	Konzervatóriá	.	0,0%	.	0,0%
	Stredné športové školy	10	2,9%	92	1,7%
	spolu	339	100,0%	5 296	100,0%

Takmer tri štvrtiny maturantov z matematiky predstavovali v roku 2019 študenti gymnázií. Necelá štvrtina maturantov študovala na stredných odborných školách. Ani jeden maturant neštudoval na konzervatóriu. Necelá stovka žiakov študovala na stredných športových školách, čo predstavuje takmer 2% všetkých maturantov z matematiky.

Tab. 5 Počet žiakov podľa formy štúdia v MAT19

		počet	%
Forma štúdia	denná	5 291	99,9%
	externá	5	0,1%
	spolu	5 296	100,0%

Takmer všetci maturanti z matematiky boli študentmi denného štúdia. Iba piati žiaci študovali externe.

Tab. 6 Počet škôl a žiakov podľa zriaďovateľa v MAT19

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Zriaďovateľ	štátne školy	264	77,9%	4 632	87,5%
	súkromné školy	29	8,6%	140	2,6%
	cirkevné školy	46	13,6%	524	9,9%
	spolu	339	100,0%	5 296	100,0%

Rozdelenie žiakov do škôl podľa zriaďovateľa nebolo rovnomerné. Žiaci súkromných a cirkevných škôl tvorili spolu iba 12,5 % z celkového počtu maturantov. V súkromných školách sa testovania zúčastnilo v priemere 4,8 žiakov v prepočte na školu a v cirkevných školách sa testovania zúčastnilo v priemere 11,4 žiakov v prepočte na školu, čo je oveľa menej ako v štátnych školách (priemerne 17,5 žiakov na školu), čo pravdepodobne súvisí s nižším počtom žiakov v triedach a tried v jednotlivých ročníkoch súkromných a cirkevných škôl.

Tab. 7 Počet škôl a žiakov podľa veľkosti školy v MAT19

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Veľkosť školy	do 50 žiakov	2	0,6%	8	0,2%
	51 - 150 žiakov	49	14,5%	231	4,4%
	151 - 250 žiakov	58	17,1%	429	8,1%
	251 - 350 žiakov	68	20,1%	779	14,7%
	351 - 450 žiakov	57	16,8%	894	16,9%
	451 - 550 žiakov	46	13,6%	1 047	19,8%
	551 - 650 žiakov	30	8,8%	731	13,8%
	nad 650 žiakov	29	8,6%	1 177	22,2%
	spolu	339	100,0%	5 296	100,0%

Viac ako tretina všetkých maturantov z matematiky navštevovala školy s počtom žiakov nad 550. Iba 4,6 % maturantov navštevovalo školy s počtom žiakov 150 a menším.

Tab. 8 Počet škôl a žiakov podľa veľkosti sídla v MAT19

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Veľkosť sídla školy	do 4 999	11	3,2%	93	1,8%
	5 000 - 9 999	36	10,6%	492	9,3%
	10 000 - 19 999	54	15,9%	773	14,6%
	20 000 - 49 999	88	26,0%	1 477	27,9%
	50 000 - 99 999	82	24,2%	1 281	24,2%
	100 000 a viac	68	20,1%	1 180	22,3%
	spolu	339	100,0%	5 296	100,0%

Takmer polovica maturantov navštevovala školy v mestách s veľkosťou nad 50 000 obyvateľov. Iba 11,1 % maturantov navštevovalo školy v mestách s veľkosťou pod 10 000 obyvateľov.

Tab. 9 Počet žiakov gymnázií podľa dĺžky štúdia v MAT19

		počet	%
Dĺžka štúdia u žiakov gymnázií	4-ročné	2 650	66,9%
	5-ročné	415	10,5%
	8-ročné	894	22,6%
	spolu	3 959	100,0%

Vyše dve tretiny maturantov gymnazistov boli absolventi štvorročného štúdia. Približne pätina maturantov gymnazistov absolvovala osemročné štúdium a najmenej zastúpení boli absolventi päťročného štúdia – o niečo viac ako 10 %.

Tab. 10 Počet žiakov gymnázií podľa druhu skúšky v MAT19

		počet	%
Druh skúšky	voliteľná	3 783	95,6
	dobrovoľná	176	4,4
	spolu	3 959	100,0

Prevažná väčšina gymnazistov si zvolila maturitu z matematiky ako voliteľnú – tzn. ako jeden zo svojich štyroch maturitných predmetov. Iba približne každý dvadsiaty maturant, ktorý písal MAT19, si zvolil matematiku ako dobrovoľnú skúšku, tzn. nemusel v prípade neúspechu test opakovať.

Tab. 11 Počet žiakov podľa formy testovania v MAT19

		počet	%
Forma testovania	papierová	4 492	84,8%
	elektronická	804	15,2%
	spolu	5 296	100,0%

Väčšina žiakov uprednostnila papierovú formu testu pred elektronickou. Pomer týchto dvoch skupín žiakov sa od minuloročnej maturity takmer nezmenil (v roku 2018 tento pomer bol 84,6 % a 15,4 % žiakov).

Tab. 12 Počet žiakov podľa sociálneho prostredia v MAT19

		počet	%
Sociálne prostredie	SP bez znevýhodnenia	5 292	99,9%
	SP so znevýhodnením	4	0,1%
	spolu	5 296	100,0%

Všetci žiaci okrem štyroch vyrastali v prostredí bez sociálneho znevýhodnenia.

Tab. 13 Počet žiakov podľa hlavných skupín odborov vzdelania v MAT19

		počet	%
Hlavná skupina odboru vzdelávania	technické vedy a náuky I	734	13,9%
	technické vedy a náuky II	290	5,5%
	poľnohospodársko-lesnícke a veterinárne vedy a náuky	0	0,0%
	zdravotníctvo	2	0,0%
	spoločenské vedy, náuky a služby I	199	3,8%
	spoločenské vedy, náuky a služby II	4 064	76,7%
	vedy a náuky o kultúre a umení	7	0,1%
	vojenské a bezpečnostné vedy a náuky	0	0,0%
	spolu	5 296	100,0%

Spomedzi maturantov zo stredných odborných škôl boli najviac zastúpení študenti odboru technické vedy a náuky I. Študenti gymnázií, najpočetnejšia skupina maturantov, patria do odboru spoločenské vedy, náuky a služby II.

Tab. 14 Počet žiakov podľa zdravotného znevýhodnenia v MAT19

		počet	%
Zdravotné znevýhodnenie	intaktní žiaci	5 185	97,9%
	žiaci so ZZ	111	2,1%
	spolu	5 296	100,0%

Test MAT19 písalo 111 žiakov so zdravotným znevýhodnením, čo predstavuje 2,1 % maturantov z matematiky. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené presné počty žiakov podľa jednotlivých znevýhodnení. Najväčšie zastúpenie medzi zdravotne znevýhodnenými žiakmi mali žiaci s vývinovými poruchami učenia, až 88,3 %, čo zároveň predstavuje 1,9 % všetkých maturantov z matematiky.

Tab. 15 Počet žiakov podľa druhu zdravotného znevýhodnenia v MAT19

		počet	%
Druh znevýhodnenia	intaktní žiaci	5 185	97,9%
	vývinové poruchy učenia	98	1,9%
	sluchové postihnutie	2	0,0%
	zrakové postihnutie	2	0,0%
	telesné postihnutie	2	0,0%
	chorí a zdravotne oslabení	4	0,1%
	narušená komunikačná schopnosť	2	0,0%
	poruchy aktivity a pozornosti	0	0,0%
	autizmus	1	0,0%
	poruchy správania	0	0,0%
	spolu	5 296	100,0%

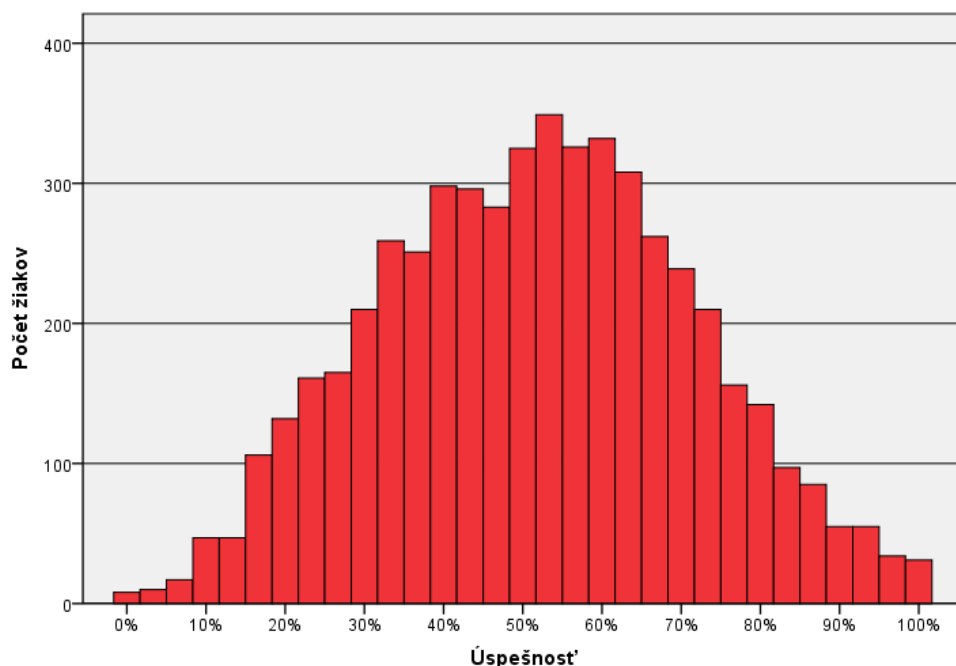
2 Výsledky RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia CTT

2.1 Všeobecné výsledky

V nasledujúcich tabuľkách a grafoch uvádzame kvalitatívne znaky testu a úspešnosti žiakov. Štatistické hodnoty v tabuľke 16 reprezentujú psychometrické charakteristiky testu (úspešnosť), ktoré nám dávajú podklad k interpretácii vlastností testu. Úspešnosť žiaka definujeme ako percentuálny podiel bodov za položky, ktoré žiak správne zodpovedal (hrubé skóre) z maximálneho počtu bodov 30, pričom za každé úspešné riešenie, bez ohľadu na skutočnú obťažnosť úlohy, získal riešiteľ jeden bod. Význam základných štatistických pojmov je bližšie vysvetlený v prílohe tejto správy.

Tab. 16 Psychometrické charakteristiky testu (úspešnosť) MAT19

	Test MAT19
Počet testovaných žiakov	5 296
Maximum	100,0
Minimum	0,0
Priemer	51,6
Štandardná odchýlka	19,8
Štandardná chyba priemernej úspešnosti	0,3
Štandardná chyba merania pre úspešnosť	7,6
Cronbachovo alfa	0,853



Obr. 1 Histogram úspešnosti žiakov v teste MAT19

Priemerná úspešnosť žiakov dosiahla hodnotu **51,6 %**, čo znamená, že MAT19 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 MAT19 skutočne merali mieru matematickej schopnosti maturujúcich žiakov. Spôľahlivosť merania (reliabilita testu) určená hodnotou Cronbachovho alfa **0,853** je pre test s pomerne nízkym počtom tridsiatich položiek a pomerne vysokým zastúpením náročných položiek veľmi dobrá. Reliabilita nad 0,85 (niekedy nad 0,90) je postačujúca na vyvodenie záveru a prijatie rozhodnutia na základe jednej skúšky alebo testovania.

V ďalšej interpretácii nameranej hodnoty priemernej úspešnosti (národného priemeru) **51,6 %** žiakov v NR teste však musíme byť opatrní. Záver, že maturanti testovaného ročníka ovládajú učivo stredoškolskej matematiky na 51,6 % 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.

Tab. 17 Prepojenie úspešnosti a percentilu EČ MS z matematiky 2019

Počet bodov	Úspešnosť	Percentil	Počet žiakov
0	0,0	0,0	4
1	3,3	0,2	10
2	6,7	0,3	17
3	10,0	0,7	48
4	13,3	1,6	48
5	16,7	2,5	108
6	20,0	4,5	136
7	23,3	7,1	165
8	26,7	10,2	166
9	30,0	13,3	210
10	33,3	17,2	260
11	36,7	22,1	252
12	40,0	26,9	300
13	43,3	32,5	296
14	46,7	38,1	283
15	50,0	43,4	325

Počet bodov	Úspešnosť	Percentil	Počet žiakov
16	53,3	49,5	349
17	56,7	56,1	327
18	60,0	62,2	332
19	63,3	68,5	309
20	66,7	74,3	262
21	70,0	79,2	240
22	73,3	83,7	211
23	76,7	87,7	156
24	80,0	90,6	142
25	83,3	93,3	97
26	86,7	95,1	85
27	90,0	96,7	55
28	93,3	97,7	55
29	96,7	98,8	34
30	100,0	99,4	31

Najúspešnejšiu skupinu žiakov, ktorí dosiahli úspešnosť 90,0 % a viac, tvorilo **175** žiakov, čo bolo **3,3 %** všetkých žiakov riešiacich test MAT19. Bez chyby test MAT19 vyriešilo **31** žiakov, čo predstavuje **0,6 %** všetkých riešiacich žiakov.

Tab. 18 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou menšou alebo rovnou 25 %

a) percentuálne zastúpenie

		Pohlavie		Spolu
		chlapci	dievčatá	
Druh školy	GYM	51,7	48,3	100
	SOŠ	74,9	25,1	100
	Stredné športové školy	77,8	22,2	100
spolu		67,4	32,6	100

b) početné zastúpenie

		Pohlavie		Spolu
		chlapci	dievčatá	
Druh školy	GYM	89	83	172
	SOŠ	260	87	347
	Stredné športové školy	7	2	9
spolu		356	172	528

Úspešnosť nižšiu alebo rovnú 25 % v riadnom termíne dosiahlo 528 žiakov (10,0 % maturantov z matematiky). Z tohto počtu bolo 172 žiakov gymnázií, 347 žiakov stredných odborných škôl a 9 žiakov SŠŠ. Zo 172 žiakov gymnázií si **160 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 9 žiakov SŠŠ, pre ktorých bola matematika voliteľným predmetom. Z uvedeného vyplýva, že 181 žiakov (3,4 % 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 % a menšou alebo rovnou 33 %

a) percentuálne zastúpenie

		Pohlavie		Spolu
		chlapci	dievčatá	
Druh školy	GYM	47,3	52,7	100
	SOŠ	81,0	19,0	100
	Stredné športové školy	85,7	14,3	100
spolu		62,7	37,3	100

b) početné zastúpenie

		Pohlavie		Spolu
		chlapci	dievčatá	
Druh školy	GYM	97	108	205
	SOŠ	132	31	163
	Stredné športové školy	6	1	7
spolu		235	140	375

Úspešnosť väčšiu ako 25 % a menšiu ako 33 % v teste MAT19 dosiahlo 375 žiakov (7,1 %). Títo žiaci správne vypočítali 8 alebo 9 príkladov z 30. Ak chceli títo študenti úspešne zmaturovať z matematiky, museli v ÚFIČ MS získať hodnotenie tri (dobrý) alebo lepšie.

Tab. 19 Druh skúšky u gymnazistov podľa pohlavia a kategórie úspešnosti

Kategórie úspešnosti			Pohlavie		Spolu
			chlapci	dievčatá	
Úspešnosť menšia alebo rovná 25%	Typ MS z matematiky	voliteľná	80	80	160
		dobrovoľná	9	3	12
	Spolu		89	83	172
Úspešnosť medzi 25-33%	Typ MS z matematiky	voliteľná	93	105	198
		dobrovoľná	4	3	7
	Spolu		97	108	205
Úspešnosť väčšia ako 33%	Typ MS z matematiky	voliteľná	2 227	1 198	3 425
		dobrovoľná	95	62	157
	Spolu		2 322	1 260	3 582
spolu	Typ MS z matematiky	voliteľná	2 400	1 383	3 783
		dobrovoľná	108	68	176
	Spolu		2 508	1 451	3 959

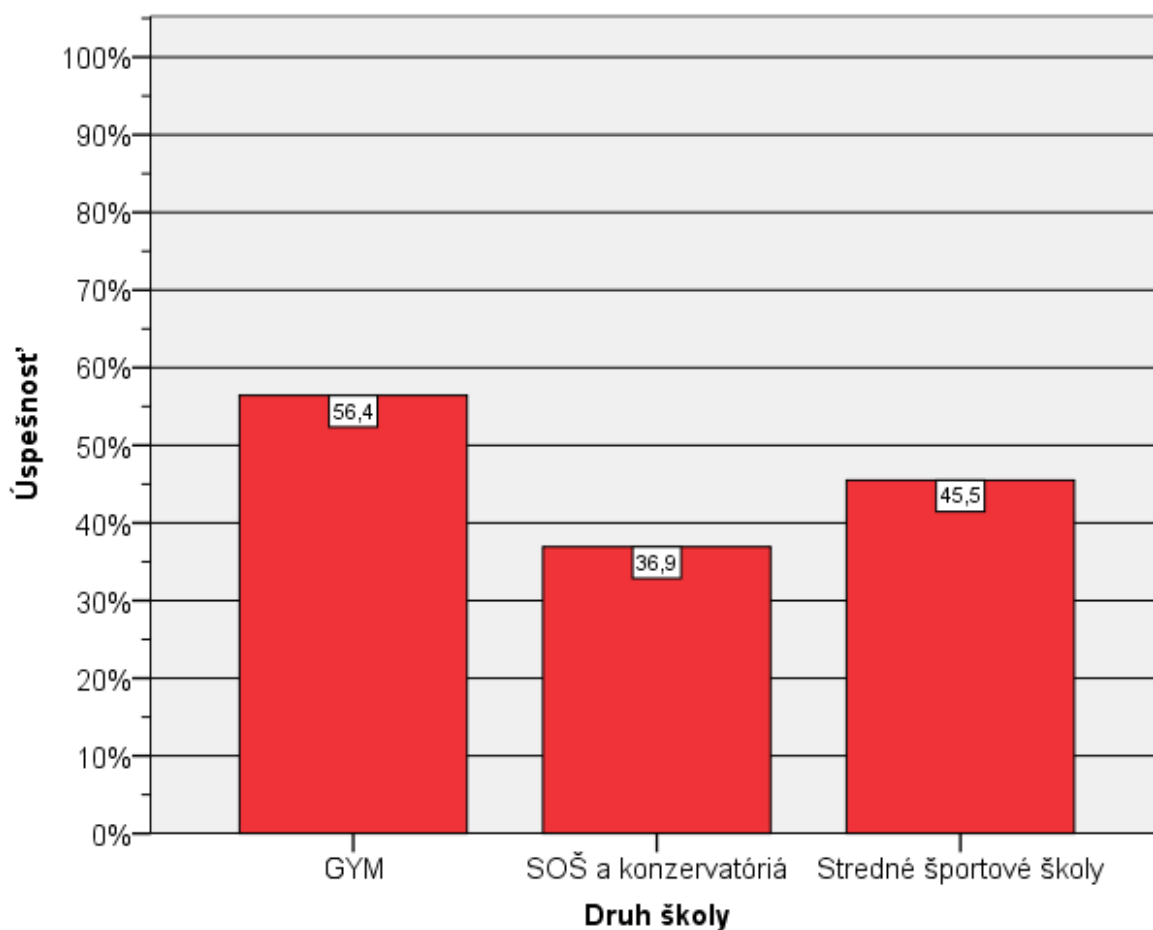
Úspešnosť väčšiu ako 33 % v teste MAT19 dosiahlo 3 582 gymnazistov (90,5 % všetkých gymnazistov). Títo žiaci správne vypočítali 10 alebo viac príkladov z 30. Ak chceli títo študenti úspešne zmaturovať z matematiky, postačovalo im z ÚFIČ MS získať hodnotenie štyri (dostatočný) alebo lepšie.

2.2 Analýza rozdielov vo výsledkoch

2.2.1 Rozdiely podľa druhu školy

Tab. 20 Úspešnosť v teste MAT19 podľa druhu školy

Druh školy	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
GYM	3 959	56,4	0,3
SOŠ	1 245	36,9	0,5
Stredné športové školy	92	45,5	1,4
spolu	5 296	51,6	0,3



Obr. 2 Úspešnosť v MAT19 podľa druhu školy

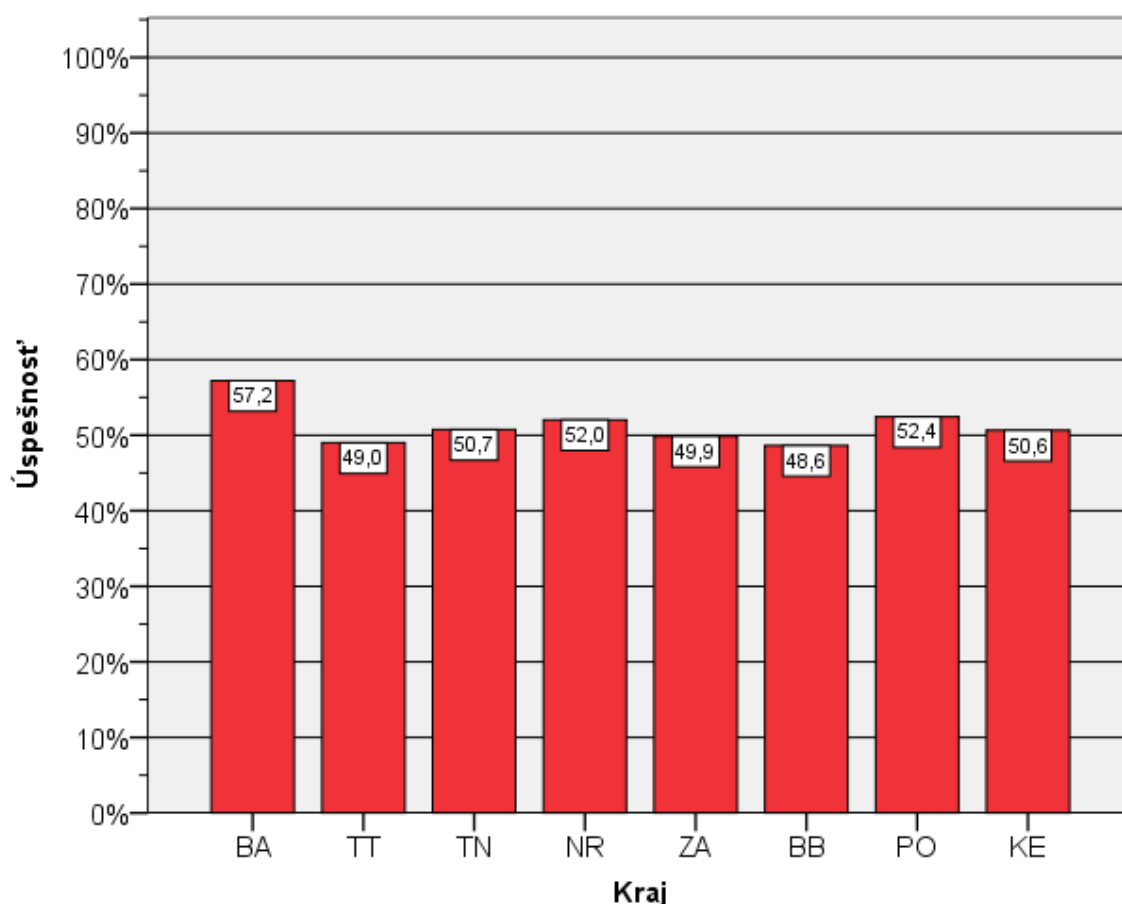
Každoročne konštatujeme vecne významný rozdiel priemerných úspešností gymnazistov a žiakov stredných odborných škôl, ktorí absolvovali test EČ MS z matematiky ako dobrovoľnú skúšku. Priemerná úspešnosť gymnazistov bola **56,4 %** a priemerná úspešnosť žiakov SOŠ dosiahla **36,9 %**. Stredné športové školy vybojovali úspešnosť **45,5 %**. Výsledok žiakov gymnázií bol významne lepší ako výsledok žiakov SOŠ na úrovni **strednej** vecnej významnosti.

Tieto výsledky súvisia s nasledujúcimi skutočnosťami. Možnosti prípravy žiakov GYM a SOŠ na MS z matematiky 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. Nutná je príprava maturantov matematiky v tzv. voliteľných hodinách – seminár, alebo cvičenie z matematiky. Gymnáziá majú časový priestor na voliteľné hodiny v tzv. disponibilných hodinách.

2.2.2 Rozdiely podľa kraja

Tab. 21 Úspešnosť v teste MAT19 podľa kraja

Kraj	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
BA	810	57,2	0,8
TT	477	49,0	0,9
TN	513	50,7	0,9
NR	581	52,0	0,8
ZA	885	49,9	0,6
BB	428	48,6	0,9
PO	807	52,4	0,6
KE	795	50,6	0,7
spolu	5 296	51,6	0,3



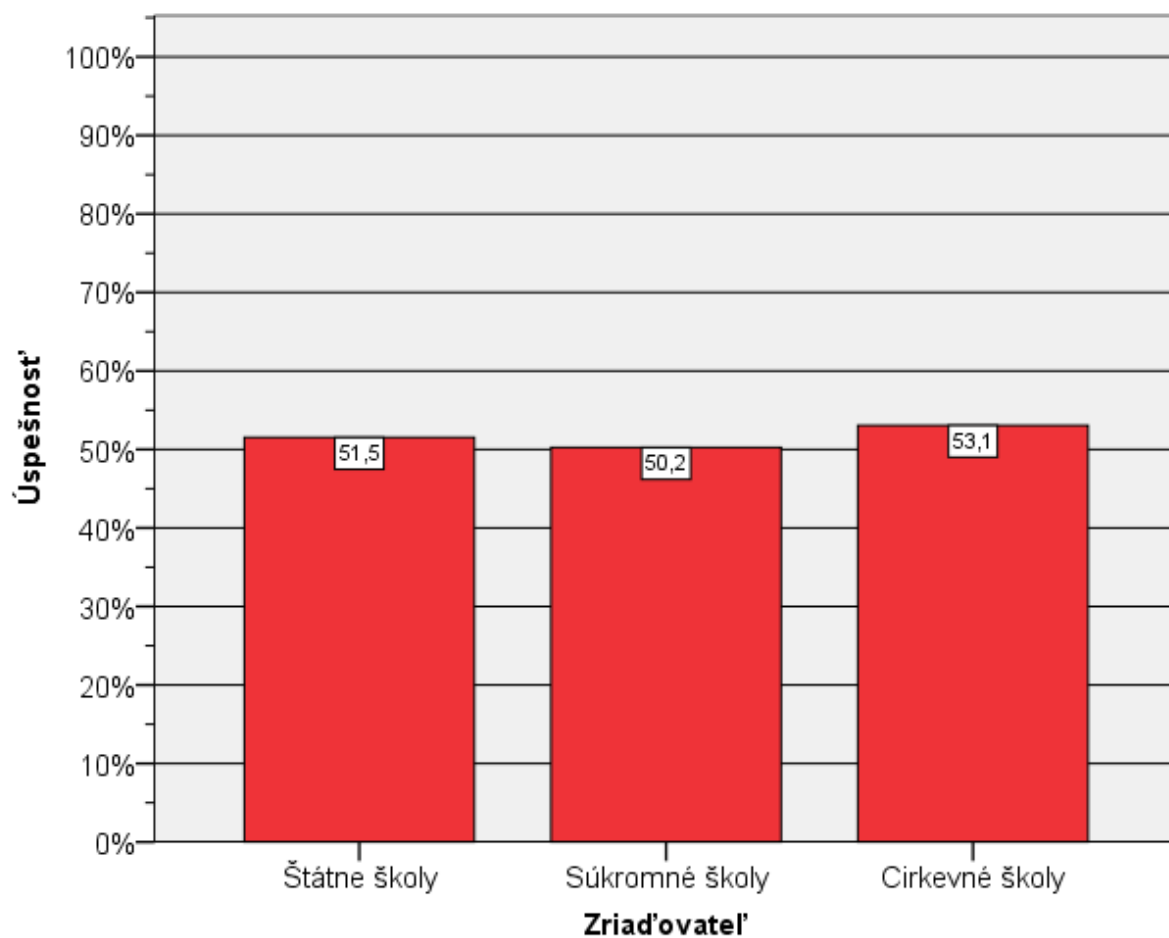
Obr. 3 Úspešnosť v MAT19 podľa kraja

Najviac žiakov absolvovalo EČ MS z matematiky v Žilinskom kraji, najmenej žiakov bolo z Banskobystrického kraja. Najúspešnejší boli, rovnako ako minulý rok, žiaci Bratislavského kraja. Rozdiely v úspešnosti medzi kraji neboli vecne významné. Žiaci všetkých krajov dosiahli porovnateľné výsledky s národným priemerom **51,6 %**, až na žiakov Bratislavského kraja – rozdiel bol mierne vecne významný.

2.2.3 Rozdiely podľa zriaďovateľa

Tab. 22 Úspešnosť v teste MAT19 podľa zriaďovateľa

Zriaďovateľ	Počet žiakov	Priemer	SE
Štátne školy	4 632	51,5	0,3
Súkromné školy	140	50,2	1,9
Cirkevné školy	524	53,1	0,7
spolu	5 296	51,6	0,3



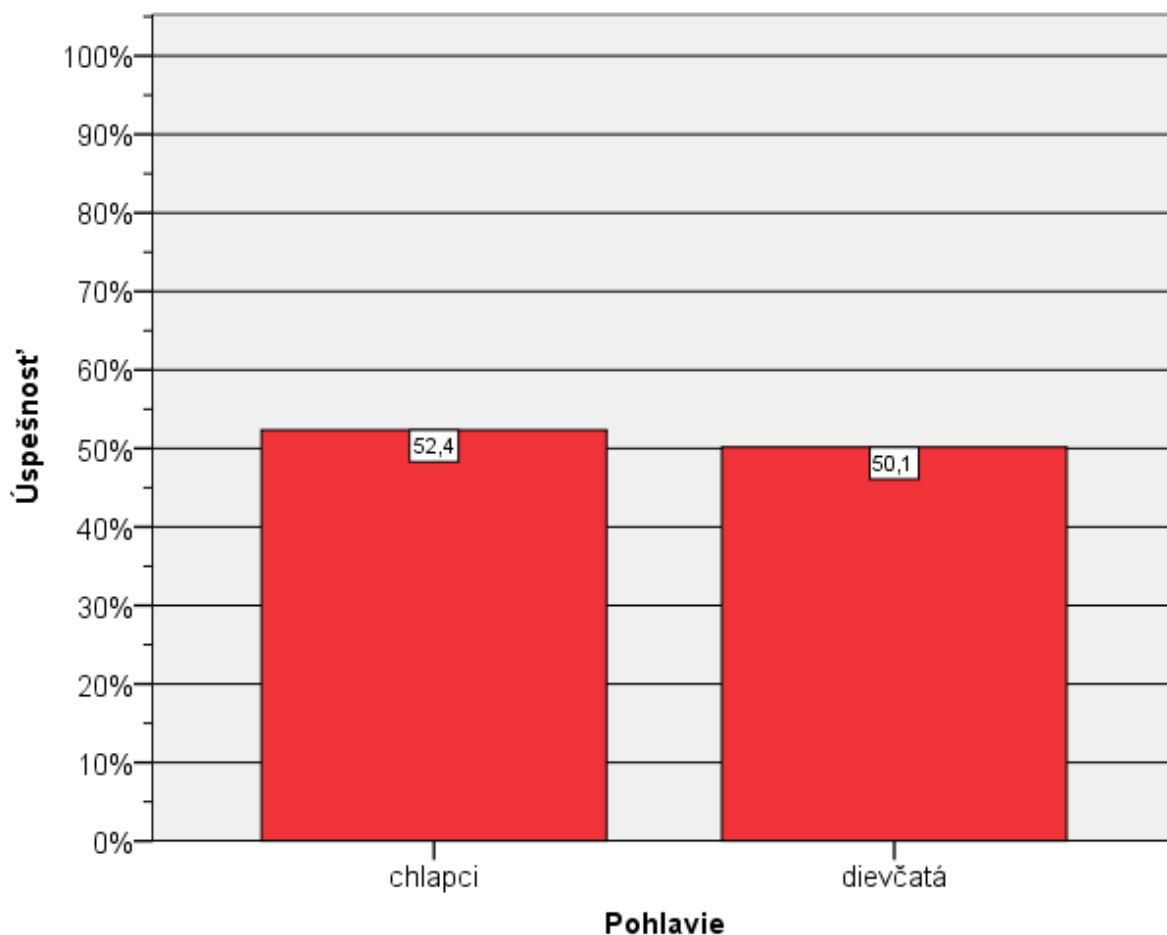
Obr. 4 Úspešnosť v MAT19 podľa zriaďovateľa

Rozdiely medzi výsledkami žiakov podľa zriaďovateľa školy neboli vecne významné.

2.2.4 Rozdiely podľa pohlavia

Tab. 23 Úspešnosť v teste MAT19 podľa pohlavia

Pohlavie	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
chlapci	3 591	52,4	0,3
dievčatá	1 705	50,1	0,5
spolu	5 296	51,6	0,3



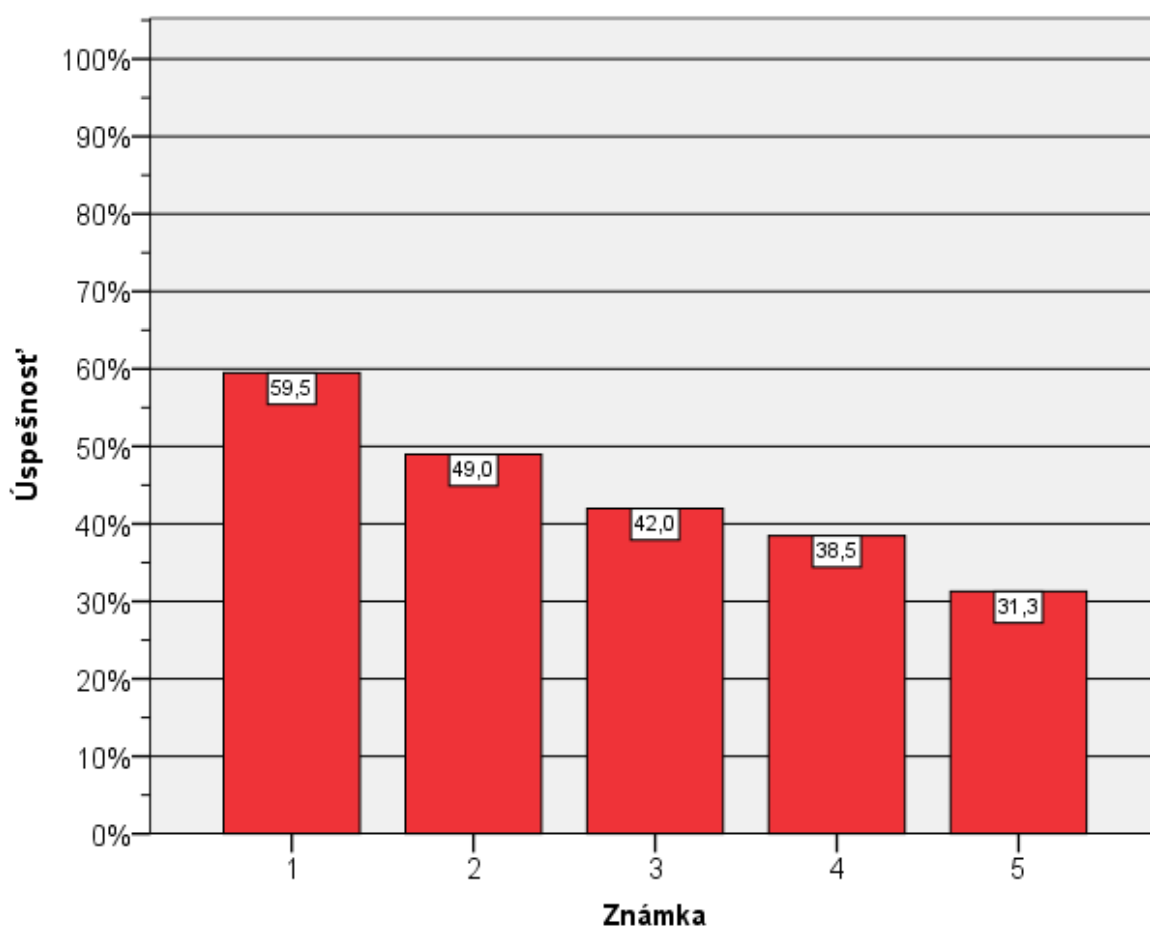
Obr. 5 Úspešnosť v MAT19 podľa pohlavia

Rozdiel medzi úspešnosťou chlapcov a dievčat nebol vecne významný. Oproti minulému roku sa „karta obrátila“: v minuloročnom testovaní boli úspešnejšie dievčatá a to o 1,5 %, tento rok boli úspešnejší chlapci o 2,3 %.

2.2.5 Rozdiely podľa známky

Tab. 24 Úspešnosť podľa známky na poslednom polročnom vysvedčení
(údaje pre papierovú formu testu MAT19)

Známka	Počet žiakov	Priemer	SE
1	1 769	59,5	0,5
2	1 521	49,0	0,5
3	943	42,0	0,6
4	236	38,5	1,1
5	21	31,3	2,7
spolu	4 490	51,0	0,3



Obr. 6 Úspešnosť v MAT19 podľa známky

Známka sa správala „tradične“, neobjavili sa neočakávané rozdiely. Najvyššiu úspešnosť dosiahli jednotkári (59,5 %), nasledovali ich dvojníci (49,0 %), trojkári (42,0 %), štvorkári (38,5 %) a najnižšiu úspešnosť mali podľa očakávania päťkári (31,3 %).

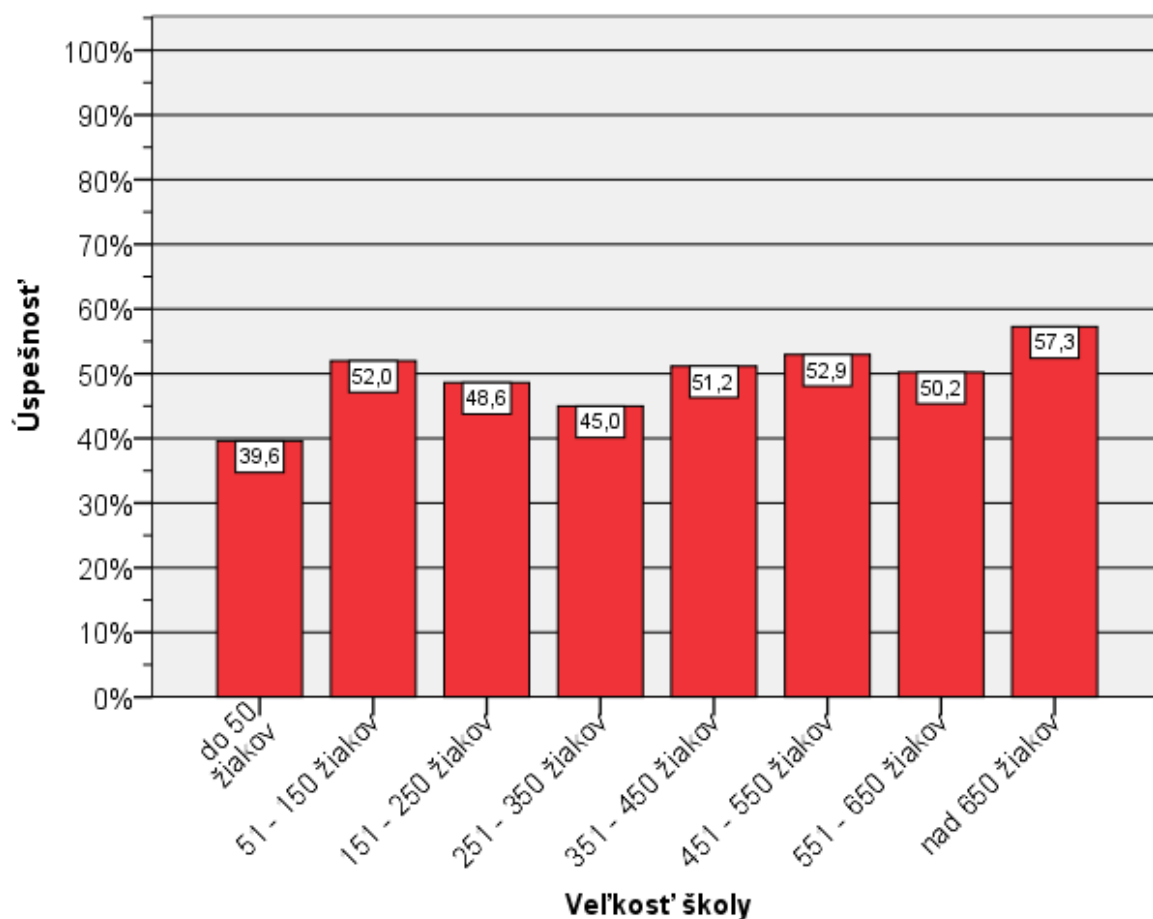
Priemer známok žiakov (uvedených v papierovej forme testu) dosiahol hodnotu 1,94.

Hodnota korelačného koeficientu medzi známku a dosiahnutou úspešnosťou bola stredná ($r = -0,369$).

2.2.6 Rozdiely podľa veľkosti školy

Tab. 25 Úspešnosť v teste MAT19 podľa veľkosti školy

Veľkosť školy	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
do 50 žiakov	8	39,6	4,6
51 - 150 žiakov	231	52,0	1,1
151 - 250 žiakov	429	48,6	0,9
251 - 350 žiakov	779	45,0	0,7
351 - 450 žiakov	894	51,2	0,7
451 - 550 žiakov	1 047	52,9	0,6
551 - 650 žiakov	731	50,2	0,7
nad 650 žiakov	1 177	57,3	0,6
spolu	5 296	51,6	0,3



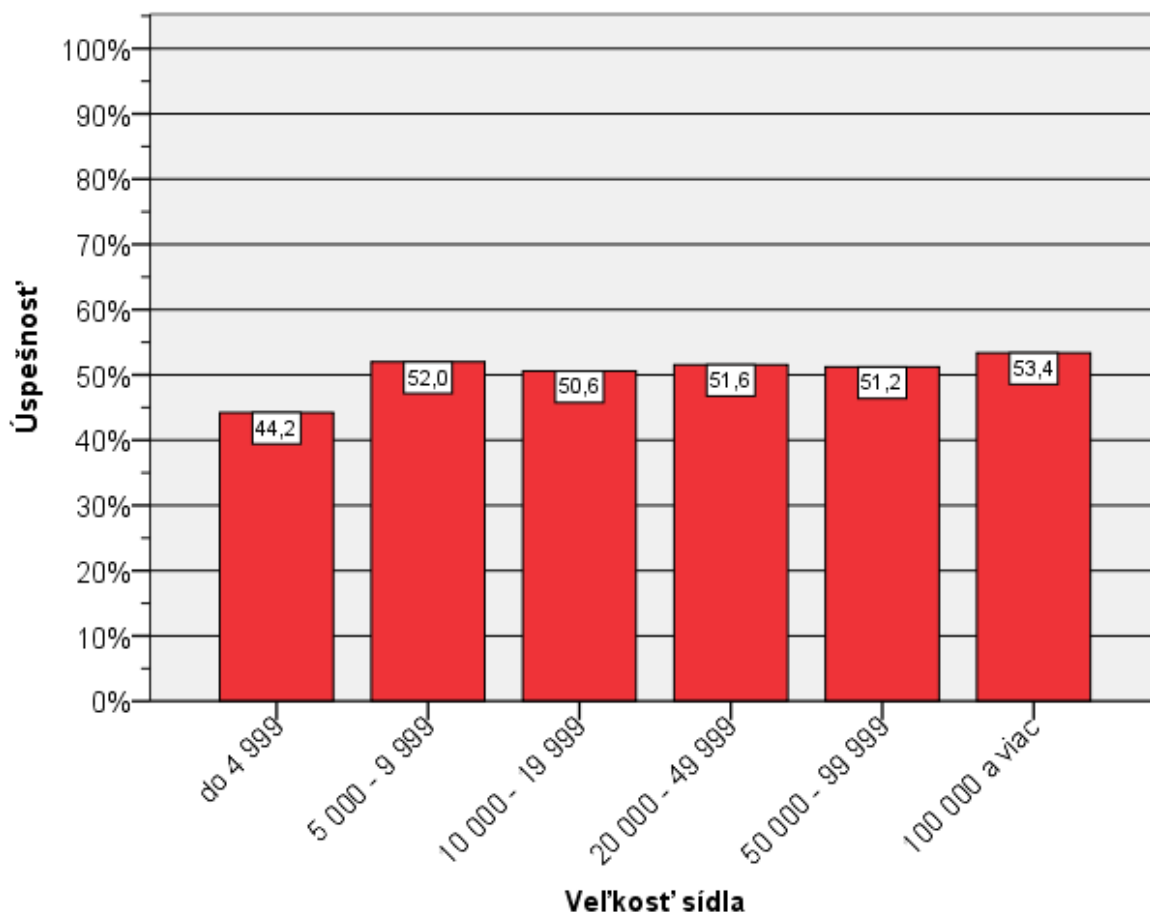
Obr. 7 Úspešnosť v MAT19 podľa veľkosti školy

Najvyššiu úspešnosť (57,3 %) dosiahli žiaci z najväčších škôl (nad 650 žiakov). Rozdiely medzi jednotlivými kategóriami podľa veľkosti škôl neboli vecne významné, okrem kategórie od 251 do 350 žiakov v porovnaní s kategóriou nad 650 žiakov – rozdiel bol mierne vecne významný v prospech kategórie s väčším počtom žiakov.

2.2.7 Rozdiely podľa veľkosti sídla školy

Tab. 26 Úspešnosť v teste MAT19 podľa veľkosti sídla školy

Veľkosť sídla školy	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
do 4 999	93	44,2	2,5
5 000 - 9 999	492	52,0	0,9
10 000 - 19 999	773	50,6	0,7
20 000 - 49 999	1 477	51,6	0,5
50 000 - 99 999	1 281	51,2	0,5
100 000 a viac	1 180	53,4	0,6
spolu	5 296	51,6	0,3



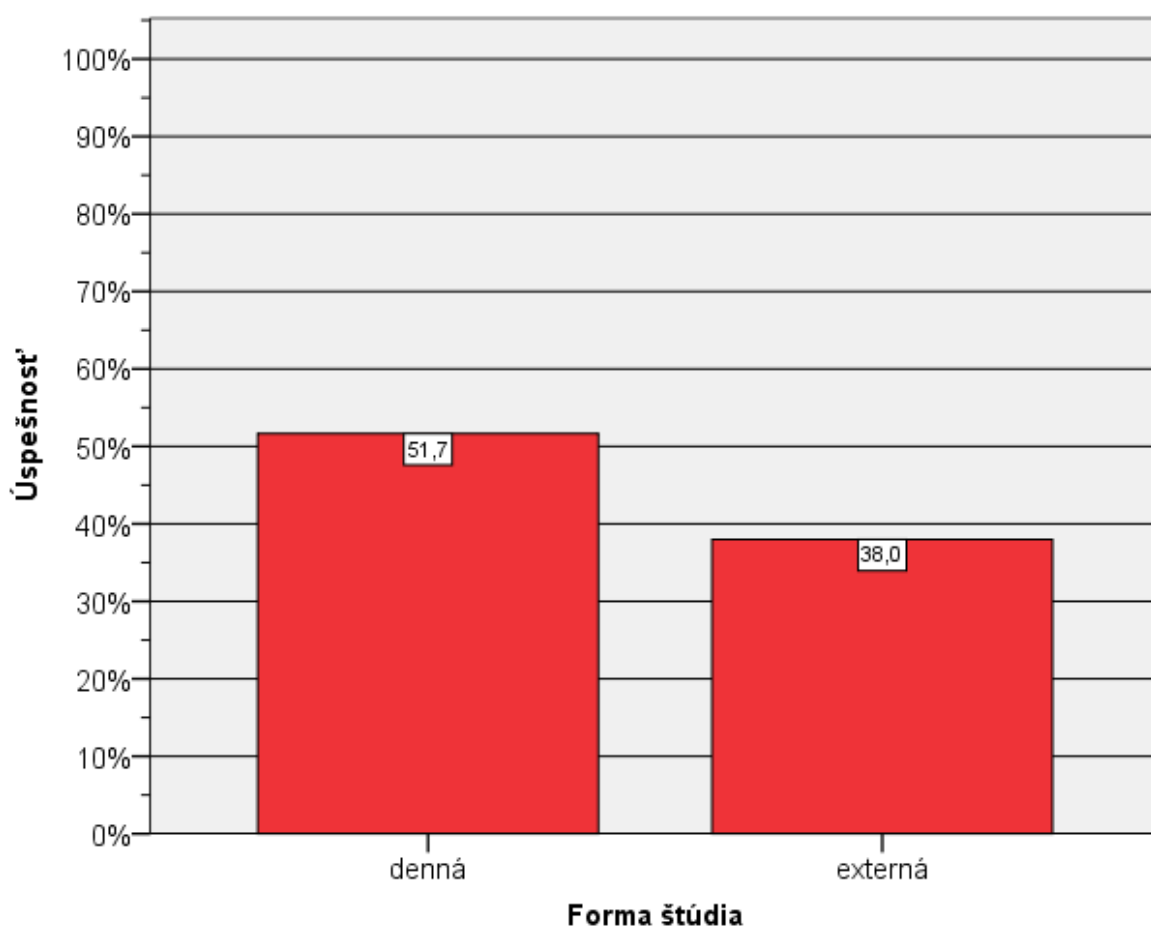
Obr. 8 Úspešnosť v MAT19 podľa veľkosti sídla školy

Najvyššiu úspešnosť (53,4 %) dosiahli žiaci, ktorí navštevovali školy v mestách s veľkosťou nad 100 000 obyvateľov. Rozdiely medzi výsledkami žiakov podľa veľkosti sídla školy však neboli vecne významné.

2.2.8 Rozdiely podľa formy štúdia

Tab. 27 Úspešnosť v teste MAT19 podľa formy štúdia

Forma štúdia	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
denná	5 291	51,7	0,3
externá	5	38,0	9,2
spolu	5 296	51,6	0,3



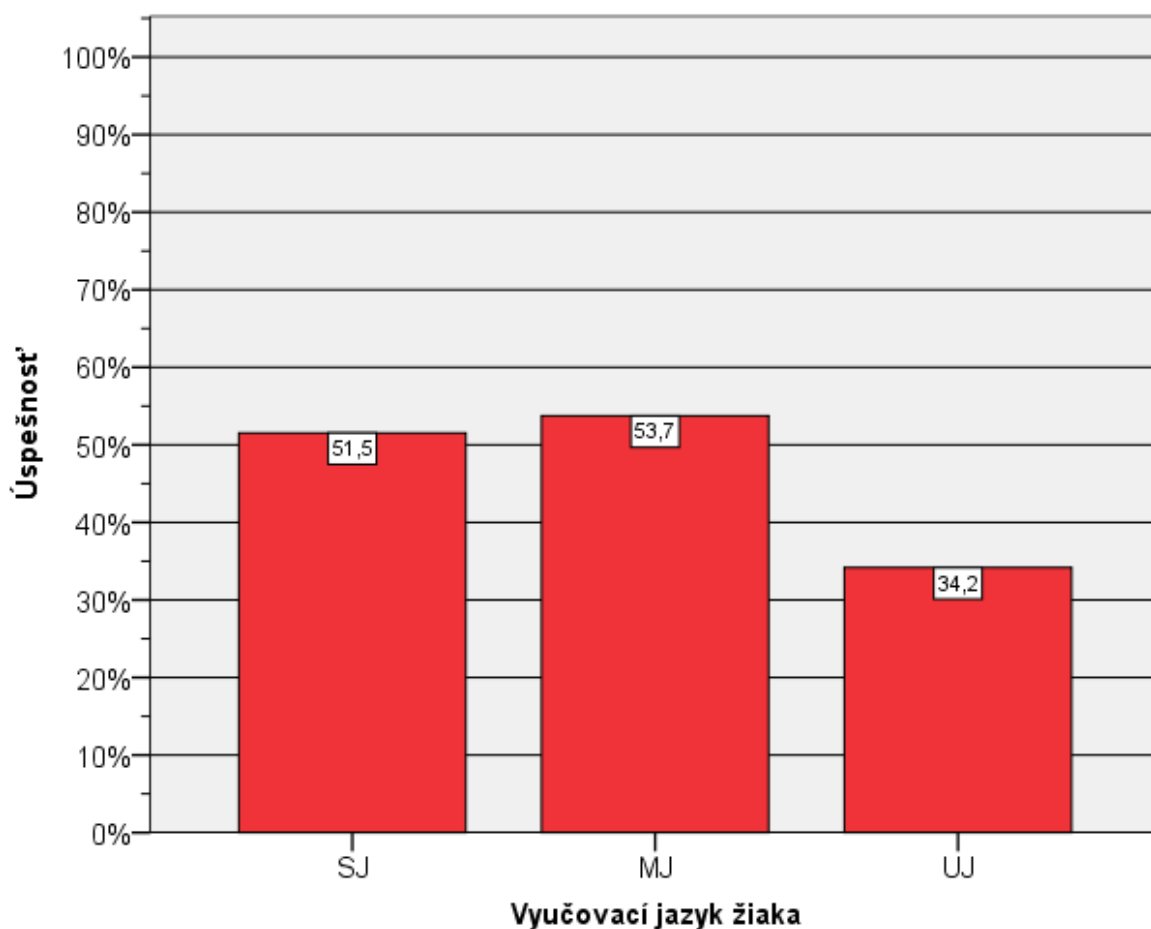
Obr. 9 Úspešnosť v MAT19 podľa formy štúdia

Denní študenti dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť (51,7 %) ako externí študenti (38,0 %). Kvôli malému počtu externistov však nie je možné štatisticky interpretovať mieru vecnej významnosti rozdielu výsledkov.

2.2.9 Rozdiely podľa vyučovacieho jazyka

Tab. 28 Úspešnosť v teste MAT19 podľa vyučovacieho jazyka

Vyučovací jazyk žiaka	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
slovenský	5 017	51,5	0,3
maďarský	275	53,7	1,3
ukrajinský	4	34,2	1,6
spolu	5 296	51,6	0,3



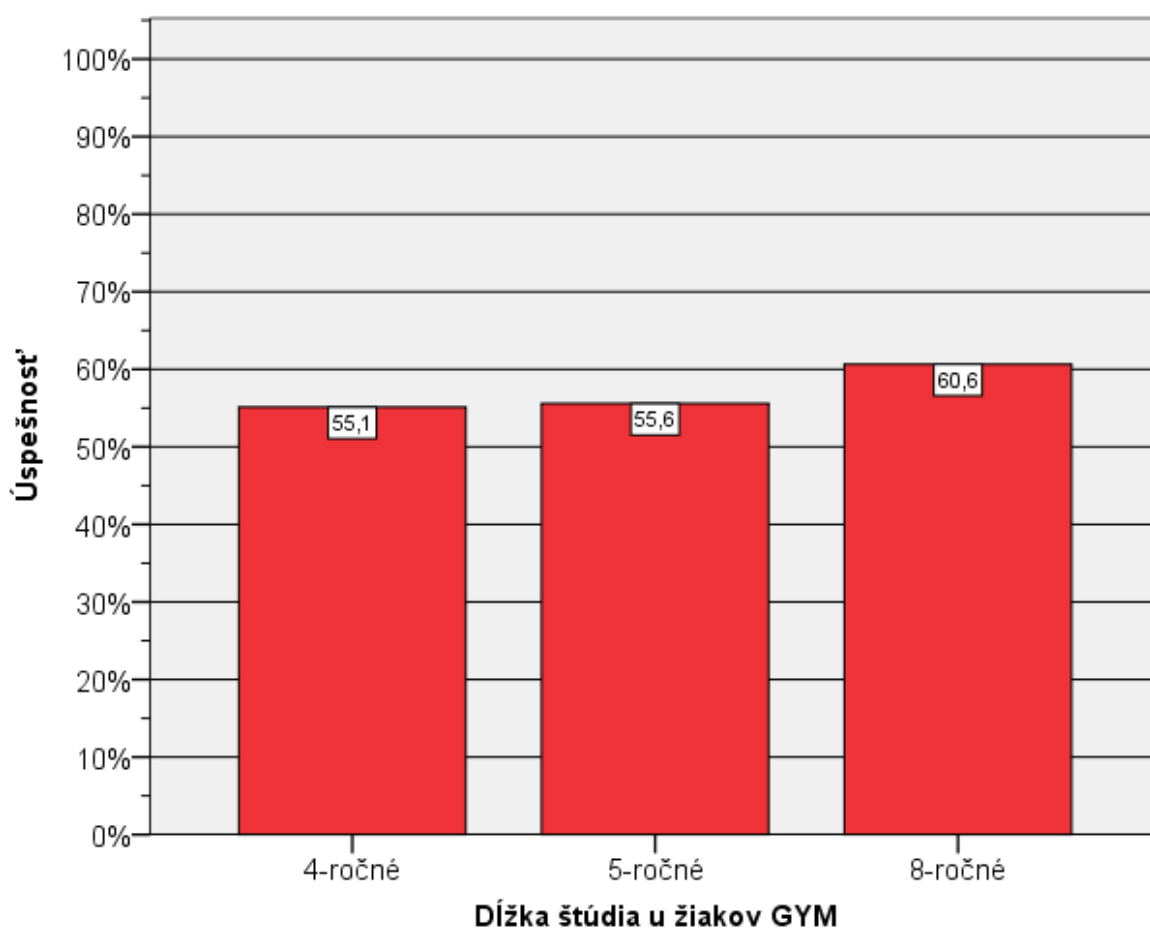
Obr. 10 Úspešnosť v MAT19 podľa vyučovacieho jazyka

Najvyššiu priemernú úspešnosť dosiahli žiaci s vyučovacím jazykom maďarským (53,7 %). Rozdiel medzi výsledkami žiakov s vyučovacím jazykom slovenským a maďarským nebol vecne významný. Kvôli malému počtu žiakov s vyučovacím jazykom ukrajinským nie je možné štatisticky interpretovať mieru vecnej významnosti rozdielu výsledkov pre tento jazyk.

2.2.10 Rozdiely podľa dĺžky štúdia u žiakov gymnázií

Tab. 29 Úspešnosť v teste MAT19 podľa dĺžky štúdia na gymnáziu

Dĺžka štúdia u žiakov gymnázií	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
4-ročné	2 650	55,1	0,3
5-ročné	415	55,6	1,0
8-ročné	894	60,6	0,6
spolu	3 959	56,4	0,3



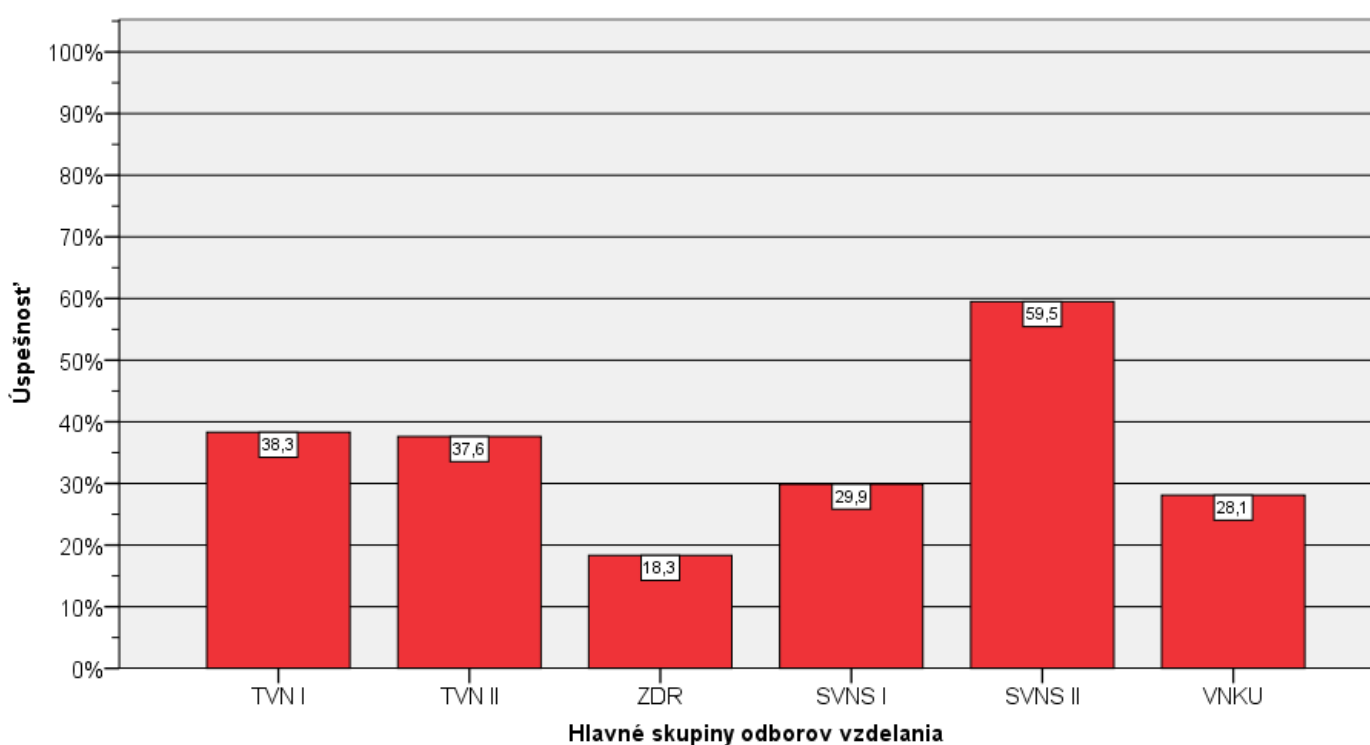
Obr. 11 Úspešnosť v MAT19 podľa dĺžky štúdia

Najvyššiu priemernú úspešnosť dosiahli žiaci osemročných gymnázií (60,6 %). Rozdiely medzi výsledkami žiakov gymnázií podľa dĺžky štúdia neboli vecne významné. Žiaci gymnázií dosiahli úspešnosť vyššiu ako je priemer gymnázií na miernej vecnej úrovni.

2.2.11 Rozdiely podľa odboru vzdelania

Tab. 30 Úspešnosť podľa odboru vzdelania na SOŠ

Hlavné skupiny odborov vzdelania	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
technické vedy a náuky I	734	38,3	0,7
technické vedy a náuky II	290	37,6	0,9
zdravotníctvo	2	18,3	18,3
spoločenské vedy, náuky a služby I	199	29,9	0,9
spoločenské vedy, náuky a služby II	13	59,5	4,1
vedy a náuky o kultúre a umení	7	28,1	8,9
spolu	1 245	36,9	0,5



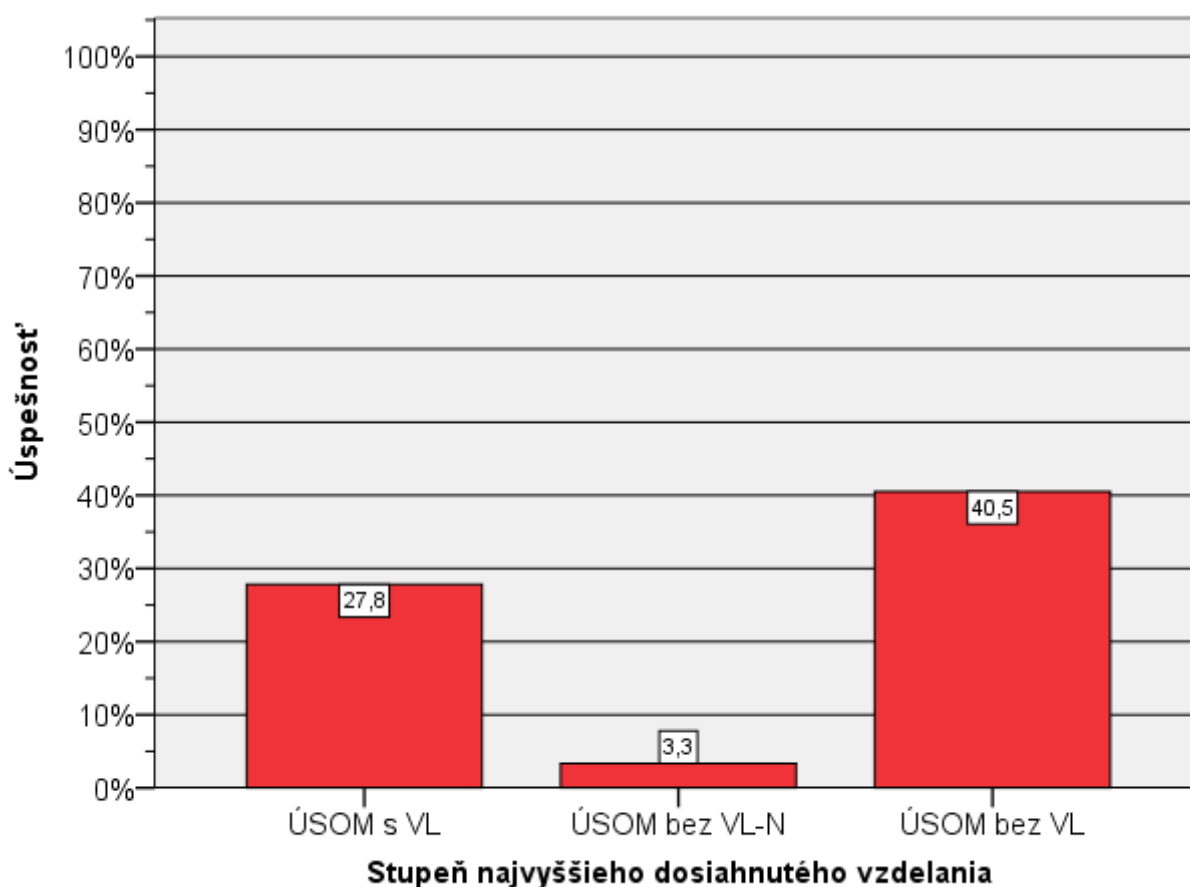
Obr. 12 Úspešnosť v MAT19 podľa odboru vzdelania

Najvyššiu priemernú úspešnosť v kategórii SOŠ dosiahli žiaci odboru spoločenské vedy, náuky a služby II (59,5 %), nasledovaní žiakmi odborov technické vedy a náuky I a II s 38,3 a 37,6-percentnou úspešnosťou. Výsledok žiakov - odbor spoločenské vedy, náuky a služby I bol horší ako výsledok žiakov stredných odborných škôl. Rozdiel bol **stredne** vecne významný.

2.2.12 Rozdiely podľa dosiahnutého vzdelania

Tab. 31 Úspešnosť podľa dosiahnutého vzdelania na SOŠ

Stupeň najvyššieho dosiahnutého vzdelania	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
Úplné stredné odborné s maturitou a výučným listom	179	28,2	1,2
Úplné stredné odborné s maturitou bez výučného listu (nadstavba)	1	10,0	.
Úplné stredné odborné s maturitou bez výučného listu	1 065	38,4	0,5
spolu	1 245	36,9	0,5



Obr. 13 Úspešnosť v MAT19 podľa najvyššieho dosiahnutého vzdelania

Výsledok žiakov s úplným stredným odborným vzdelaním s výučným listom bol horší ako výsledok žiakov stredných odborných škôl. Rozdiel bol **stredne** vecne významný.

3 INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV TESTU

3.1 Porovnanie variantov testu a charakteristika položiek

Žiaci riešili aj v tomto roku 2019 maturitný test MAT19 v dvoch variantoch. Oba varianty sa líšili iba v poradí úloh a distraktorov, ktoré boli použité pri úlohách s výberom správnej odpovede. Variant testu 191447 (slovenský) / 191504 (maďarský) písalo **2 665** žiakov a variant 199213 (slovenský) / 199808 (maďarský) písalo **2 631** žiakov. Z celkového počtu 5 296 testovaných žiakov, **804** žiakov absolvovalo test formou elektronického testovania. Reliabilita v jednotlivých variantoch testu bola 0,859, resp. 0,855. Obťažnosť oboch variantov bola porovnateľná, rozdiely priemerných úspešností medzi zodpovedajúcimi položkami vo variantoch neboli vecne významné. Oba varianty môžeme považovať za ekvivalentné. Analýza diskriminácie jednotlivých položiek podľa pohlavia ukázala, že žiadna položka neznevýhodňovala chlapcov ani dievčatá. Nasledujúce analýzy sa budú vzťahovať k položkám variantu 191447/191504, ktorý je zverejnený aj na webovej stránke www.nucem.sk.

3.2 Papierová forma testovania

3.2.1 Porovnanie variantov

Test MAT19 písalo v papierovej forme 4 492 žiakov, čo predstavovalo 84,8 % všetkých maturantov z matematiky.

Tab. 32 Úspešnosť podľa variantu testu MAT19 v papierovej forme testovania

Testový variant	Počet žiakov	Priemer	SE
191447	2 262	50,8	0,4
199213	2 230	51,2	0,4

Oba varianty testu boli v papierovej forme testovania rovnako obťažné a vzájomne ekvivalentné. Testový variant 191447 má reliabilitu 0,859 a variant 199213 má reliabilitu 0,855.

Tab. 33 Obťažnosť položiek testu MAT19 v % podľa druhu školy

Položka	Obťažnosť GYM	Obťažnosť SOŠ	Vec. sig.
1	77,5	47,4	-,277
2	77,3	59,1	-,173
3	82,8	43,1	-,378
4	78,0	47,4	-,283
5	79,4	51,8	-,261
6	61,7	46,3	-,131
7	53,1	47,2	-,049
8	44,9	22,8	-,189
9	56,0	42,1	-,117
10	57,2	30,1	-,228
11	70,0	36,2	-,292
12	52,5	26,2	-,222
13	39,6	13,4	-,233
14	49,9	17,5	-,275
15	68,0	59,4	-,076
16	18,6	5,1	-,156
17	22,0	13,8	-,086
18	12,7	1,8	-,152
19	10,1	2,6	-,114
20	12,7	1,4	-,158
21	76,6	42,3	-,311
22	74,9	46,5	-,257
23	48,5	21,1	-,233
24	70,1	50,2	-,176
25	55,8	35,0	-,175
26	61,7	56,1	-,048
27	73,6	67,9	-,054
28	55,2	51,4	-,032
29	75,3	51,4	-,219
30	47,8	30,7	-,145

V Tabuľke 33 sú farebne zvýraznené mierne (svetlosivá) a stredne vecne významné (sivá) rozdiely v obťažnosti položiek pre žiakov gymnázií v porovnaní so žiakmi SOŠ. Pri jedenástich položkách (biela) sme nezaznamenali vecne významný rozdiel v obťažnosti medzi gymnazistami a žiakmi SOŠ. Najväčší rozdiel v úspešnosti podľa druhu školy sme zaznamenali v úlohe číslo 3.

Tab. 34 Obťažnosť položiek testu MAT19 v % podľa pohlavia

Položka	Obťažnosť chlapci	Obťažnosť dievčatá	Vec. sig.
1	69,5	72,5	,031
2	74,2	70,1	-,043
3	73,3	74,9	,017
4	68,5	76,1	,077
5	75,3	68,4	-,072
6	59,6	54,4	-,049
7	53,9	46,5	-,069
8	41,1	38,2	-,027
9	55,6	45,8	-,091
10	52,3	46,5	-,054
11	61,5	63,2	,016
12	47,1	45,5	-,015
13	32,4	35,3	,028
14	42,2	41,5	-,007
15	67,8	61,8	-,059
16	16,1	13,7	-,031
17	20,9	17,6	-,039
18	10,3	9,6	-,010
19	9,0	6,5	-,042
20	10,1	9,9	-,003
21	67,4	72,0	,046
22	66,6	72,2	,056
23	42,9	40,8	-,019
24	65,8	65,3	-,005
25	50,9	50,0	-,008
26	60,3	60,3	,000
27	73,8	69,0	-,050
28	57,2	46,5	-,100
29	67,9	74,5	,066
30	43,4	43,8	,004

Obťažnosť položiek bola porovnateľná pre chlapcov aj dievčatá. Najväčšie rozdiely v obťažnosti sme zaznamenali u úloh č. 9 a č. 28, kde boli chlapci v oboch prípadoch úspešnejší.

Tab. 35 Najčastejšie nesprávne odpovede pri otvorených položkách vo forme 191447.

Položka	Podiel žiakov v % z počtu žiakov 2 332		
1	7 (4,8 %)	3,5 (3,8 %)	8 (2,0 %)
2	45 (3,0 %)	40 (2,5 %)	35 (2,4 %)
3	4 (3,3 %)	3 (2,2 %)	- 2 (1,3 %)
4	3,64 (3,5 %)	- 8 (2,2 %)	2 (1,0 %)
5	53,33 (2,9 %)	16 (1,4 %)	42,67 (1,3 %)
6	880 (7,0 %)	891 000 (3,2 %)	869 (2,3 %)
7	33,33 (2,4 %)	0,25 (2,3 %)	12,5 (2,3 %)
8	1 (27,5 %)	0 (11,2 %)	3 (2,0 %)
9	15 (8,2 %)	1 500 (6,9 %)	150 (4,2 %)
10	2,4 (6,6 %)	0,69 (1,2 %)	0,6 (1,1 %)
11	321,71 (3,2 %)	410,20 (2,0 %)	279,76 (1,8 %)
12	45 (8,5 %)	60 (7,5 %)	30 (4,3 %)
13	1 (26,9 %)	2 (19,1 %)	4 (9,9 %)
14	51,12 (1,9 %)	24 (1,8 %)	20 (1,6 %)
15	3 (11,8 %)	4 (5,7 %)	5 (1,6 %)
16	60 (19,1 %) viac ako SO	90 (9,3 %)	45 (7,9 %)
17	3 (28,4 %) viac ako SO	2 (8,9 %)	1 (4,7 %)
18	4 (16,8 %) viac ako SO	6 (14,2 %) viac ako SO	5 (4,2 %)
19	38,48 (8,5 %) viac ako SO	12,10 (7,3 %)	0,36 (6,0 %)
20	0,5 (7,0 %)	4 (4,3 %)	1 (3,3 %)

3.2.2 Súhrnné charakteristiky položiek

Z pohľadu hodnotenia testu MAT19 ako psychometrického nástroja prinášame súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek vo forme tabuliek, ktoré reprezentujú papierovú formu testovania, 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. 36 Prehľad základných parametrov položiek v papierovej forme MAT19

Položka	Obťažnosť	Citlivosť	Nedosiahnutosť	Vynechanosť	Neriešenosť	P. Biserial
1	70,4	65,5	,2	6,9	7,1	,44
2	72,9	61,3	,2	3,4	3,6	,41
3	73,8	65,7	,2	9,0	9,2	,48
4	70,9	60,6	,2	3,6	3,8	,41
5	73,2	62,6	,2	8,5	8,7	,42
6	58,0	56,4	,2	3,2	3,4	,36
7	51,5	55,8	,2	17,5	17,7	,32
8	40,2	63,9	,2	14,7	14,9	,38
9	52,5	70,1	,2	9,7	9,9	,42
10	50,5	83,0	,2	21,0	21,2	,51
11	62,0	65,3	,2	11,3	11,5	,41
12	46,6	79,0	,2	13,0	13,3	,52
13	33,3	72,8	,2	4,5	4,7	,48
14	42,0	79,9	,2	15,6	15,8	,52
15	65,9	51,1	,2	10,6	10,8	,32
16	15,4	50,0	,2	21,0	21,3	,45
17	19,8	40,9	,2	13,6	13,8	,31
18	10,1	40,5	,2	24,5	24,8	,45
19	8,2	31,2	,2	19,4	19,6	,37
20	10,0	41,2	,2	38,4	38,6	,44
21	68,8	57,7	,2	,3	,5	,37
22	68,3	56,0	,2	,3	,5	,38
23	42,2	65,7	,2	1,3	1,5	,40
24	65,6	51,3	,2	,0	,2	,31
25	50,6	54,4	,2	,9	1,1	,33
26	60,3	35,6	,2	,0	,2	,18
27	72,3	42,0	,2	,4	,6	,27
28	53,8	44,0	,2	,1	,4	,25
29	70,0	54,9	,4	,2	,6	,36
30	43,5	53,1	,4	,7	1,0	,30

Na základe štatistického spracovania môžeme pri teste v papierovej forme konštatovať, že test MAT19 obsahoval 21 položiek (70 % testu), ktoré mali všetky psychometrické parametre vyhovujúce stanoveným kritériám.

Distribúcia úspešností a citlivosť položiek

Grafy distribúcie úspešností žiackych odpovedí niektorých položiek podľa výkonnostných skupín sú zobrazené v časti 3.4.1 *Obťažnosť položiek podľa tematického celku*. Všetky položky dosiahli požadovanú úroveň citlivosti nad 30 %.

Neriešenosť položiek

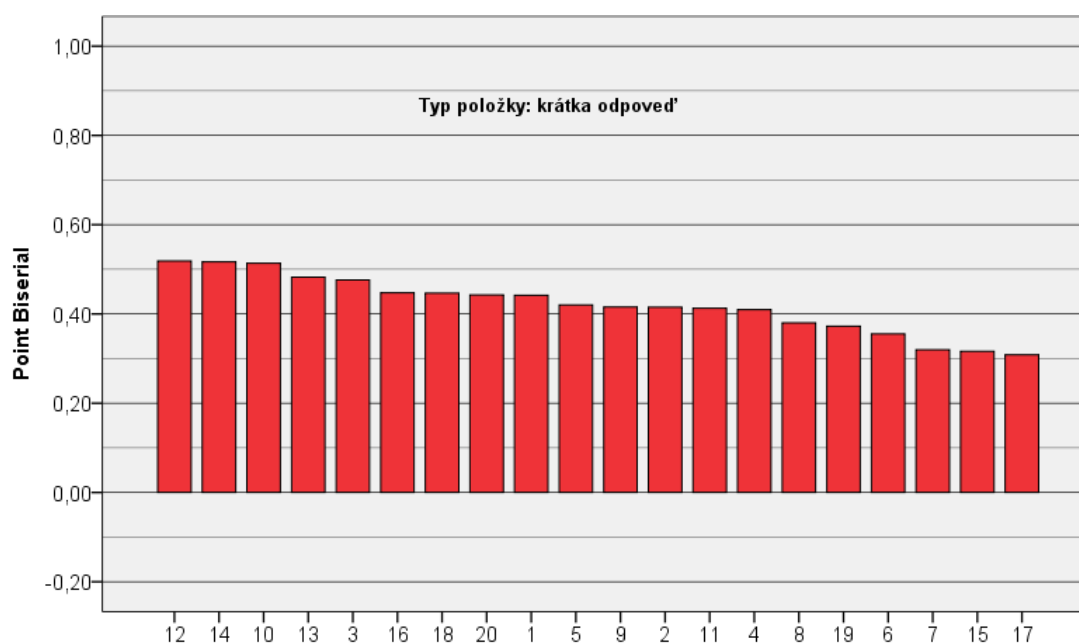
Pri neriešenosti položiek prihliadame na to, či je položka otvorená alebo uzavretá. V prípade dvadsiatich položiek s otvorenou odpoveďou neriešenosť položiek testu MAT19 sa pohybovala od veľmi nízkej až po kritickú v položke č. 20, ktorú neriešilo **38,6 %** žiakov. Neriešenosť položiek s výberom odpovede – teda uzavretých – je takmer nulová. Nedosiahnutosť položiek je nízka, čo dokazuje primeranú časovú náročnosť testu.

Korelácia položiek so zvyškom testu

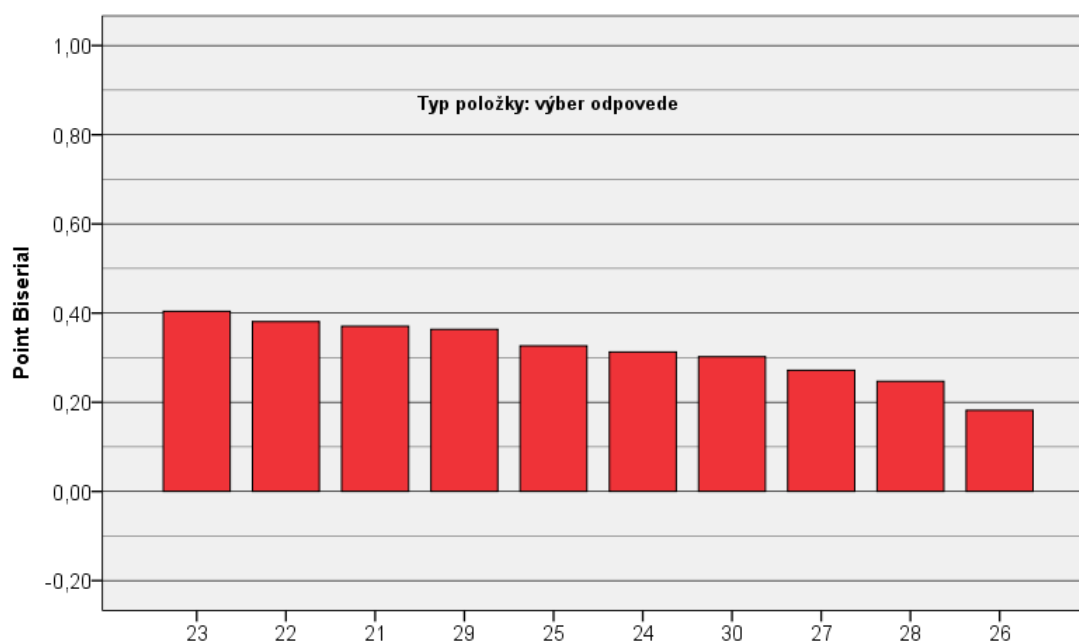
V teste MAT19 možno 3 položky (č. 26, 27, 28) označiť za položky so slabšou rozlišovacou schopnosťou, ktoré nerozlišujú dostatočne dobrých a menej úspešných žiakov. Všetky tri sú uzavreté, čo spolu s možnosťou žiakov tipovať vplýva na nižšie priemerné hodnoty Point Biseriálu ako pri otvorených položkách. Ostatných 27 položiek (90 % testu) dosiahlo vyhovujúcu hodnotu P. Bis. (vyššiu ako 0,30).

Obťažnosť položiek

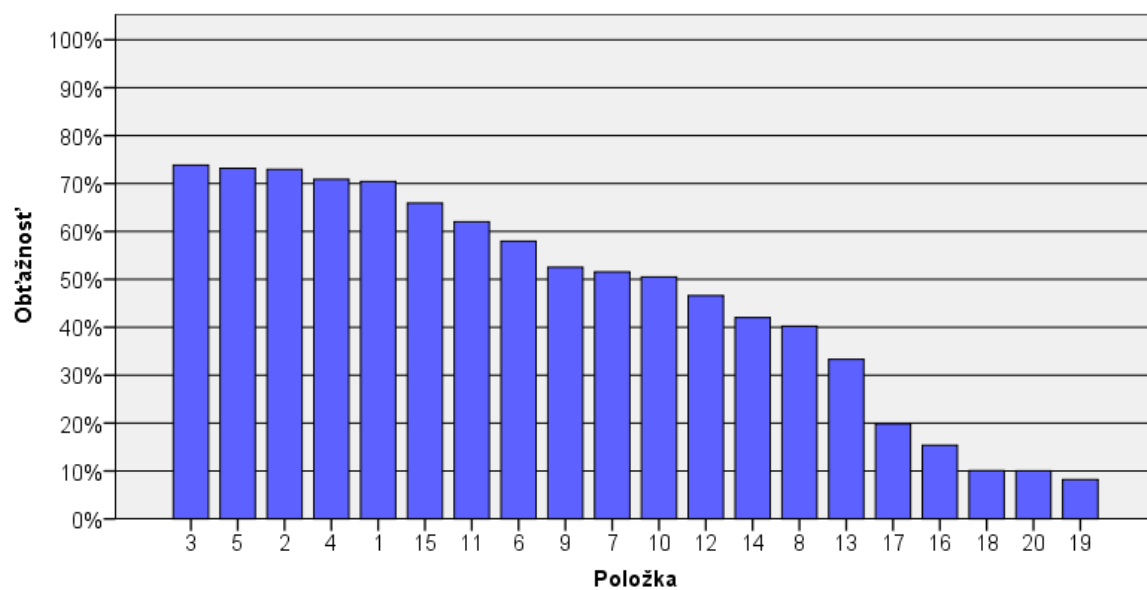
V teste MAT19 bolo päť veľmi ťažkých položiek (s obťažnosťou pod 20%) a žiadna veľmi ľahká položka (s obťažnosťou nad 80%). Ostatné položky boli na úrovni obťažnosti obťažné, stredne obťažné a ľahké. V optimálnom rozsahu obťažnosti 40 – 60 % pre NR test bolo 11 položiek testu MAT19.



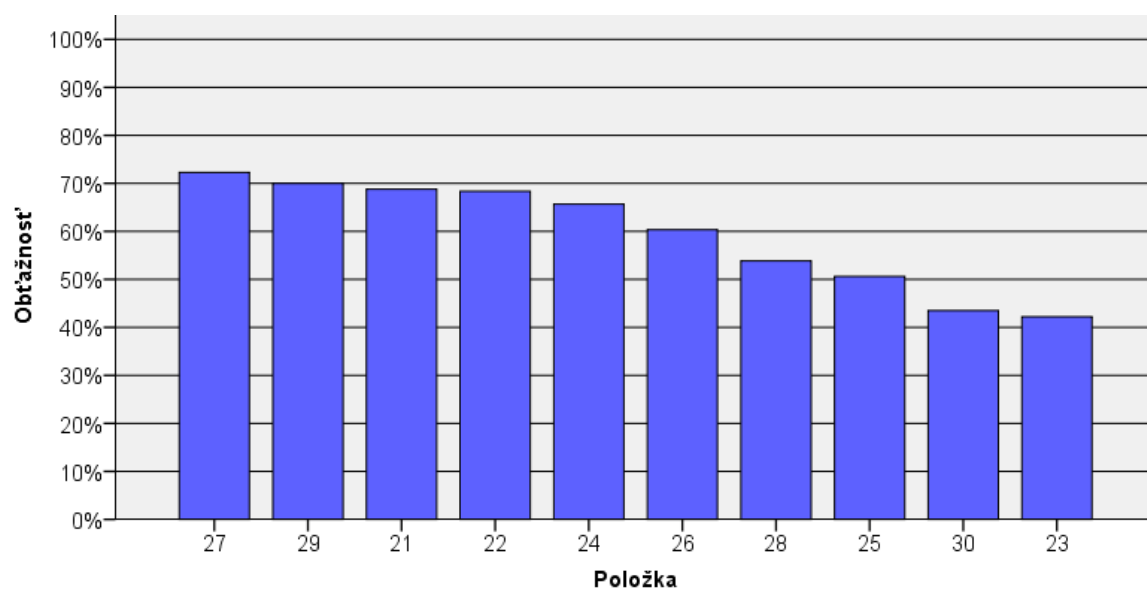
Obr. 14 Korelácia položiek s krátkou odpoveďou (v papierovej forme) so zvyškom testu



Obr. 15 Korelácia položiek s výberom odpovede (v papierovej forme) so zvyškom testu



Obr. 16 Obťažnosť položiek s krátkou odpoveďou (v papierovej forme)



Obr. 17 Obťažnosť položiek s výberom odpovede (v papierovej forme)

3.3 Obt'ážnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie

Tab. 37 Rozdelenie položiek testu MAT19 - 191447 podľa kognitívnych úrovní a ich priemernej úspešnosti

Kognitívna úroveň	Položky	Počet	Priemerná úspešnosť kognitívnej úrovne
Reprodukcia	2, 3, 4, 10, 24	5	68,7
Prepojenie	1, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30	22	53,1
Reflexia	17, 19, 20	3	12,8

Priemerná úspešnosť podľa očakávania klesá od najnižšej kognitívnej úrovne – reprodukcie (68,7 %) cez vyššiu kognitívnu úroveň – prepojenie (53,1 %) až po najvyššiu kognitívnu úroveň – reflexia (12,8 %).

Tab. 38 Úspešnosť podľa kognitívnych úrovní a druhu školy v teste MAT19

Kognitívne úrovne	Druh školy	Počet žiakov	Úspešnosť	SE
Reprodukcia	GYM	3 959	75,1	0,4
	SOŠ	1 245	48,9	0,8
	Stredné športové školy	92	62,2	2,8
	Spolu	5 296	68,7	0,4
Prepojenie	GYM	3 959	57,8	0,3
	SOŠ	1 245	38,5	0,5
	Stredné športové školy	92	46,9	1,5
	Spolu	5 296	53,1	0,3
Reflexia	GYM	3 959	15,1	0,4
	SOŠ	1 245	5,8	0,4
	Stredné športové školy	92	7,2	1,8
	Spolu	5 296	12,8	0,3

Výsledok žiakov gymnázií bol významne lepší ako výsledok žiakov SOŠ na úrovni strednej vecnej signifikancie v oblasti reprodukcia a prepojenie.

3.4 Obsahové oblasti

3.4.1 Obt'ážnosť 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. 39 Rozdelenie položiek testu MAT19 podľa tematického celku

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

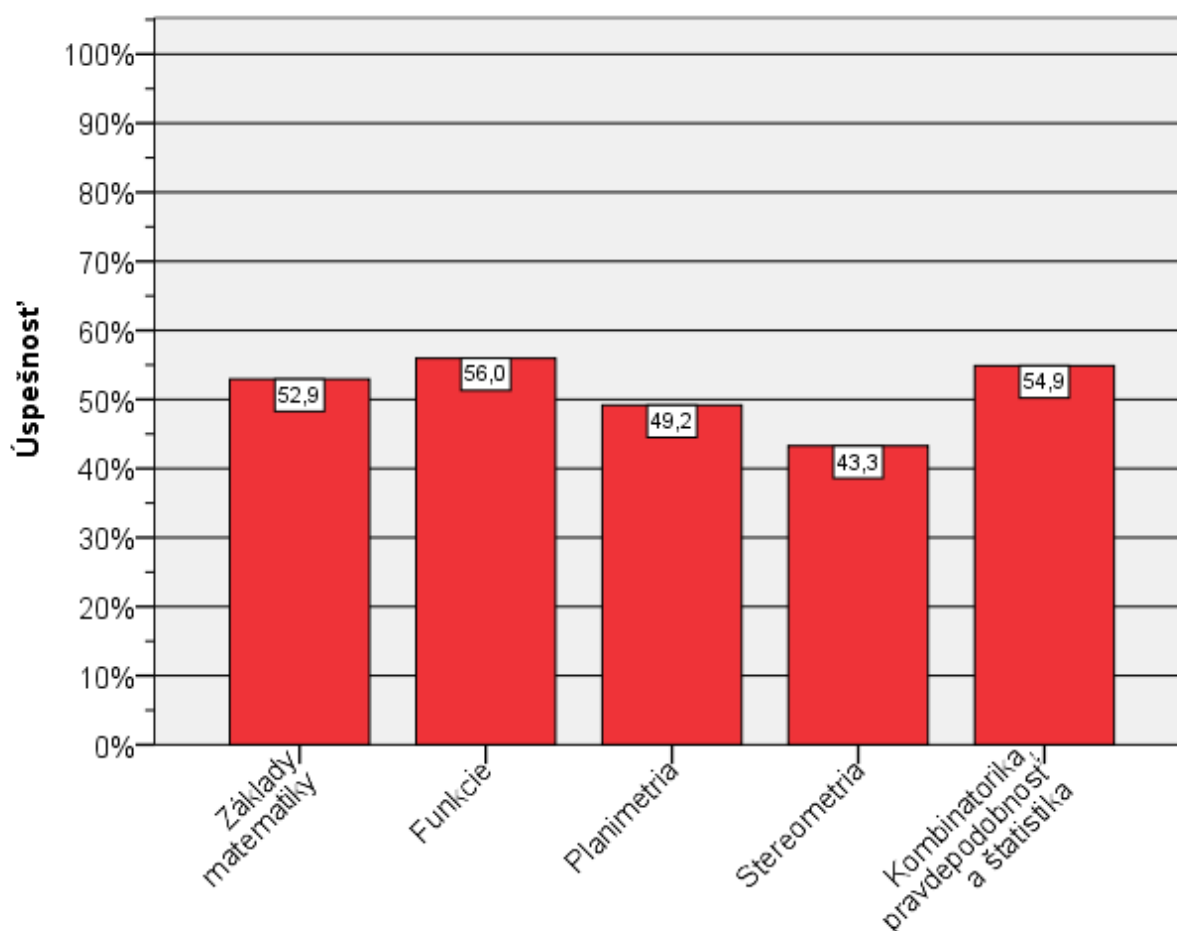
Tab. 40 Úspešnosť v teste MAT19 podľa oblastí

	Počet úloh v teste	Priemerná úspešnosť v %	SE
Základy matematiky	7	52,9	0,3
Funkcie	8	56,0	0,3
Planimetria	6	49,2	0,4
Stereometria	5	43,3	0,4
Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika	4	54,9	0,3

V teste MAT19 robila maturantom najväčšie problémy, podobne ako minulý rok, geometria. V príkladoch z oblasti planimetrie dosiahli priemernú úspešnosť 49,2 % a z oblasti stereometrie 43,3 %. Najúspešnejšie zvládli maturanti príklady z oblasti funkcií (56,0 %). Nadpolovičnú úspešnosť dosiahli aj v kombinatorike, pravdepodobnosti a štatistike (54,9 %) a v základoch matematiky (52,9 %).

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

Obr. 18 Úspešnosť podľa obsahových častí testu



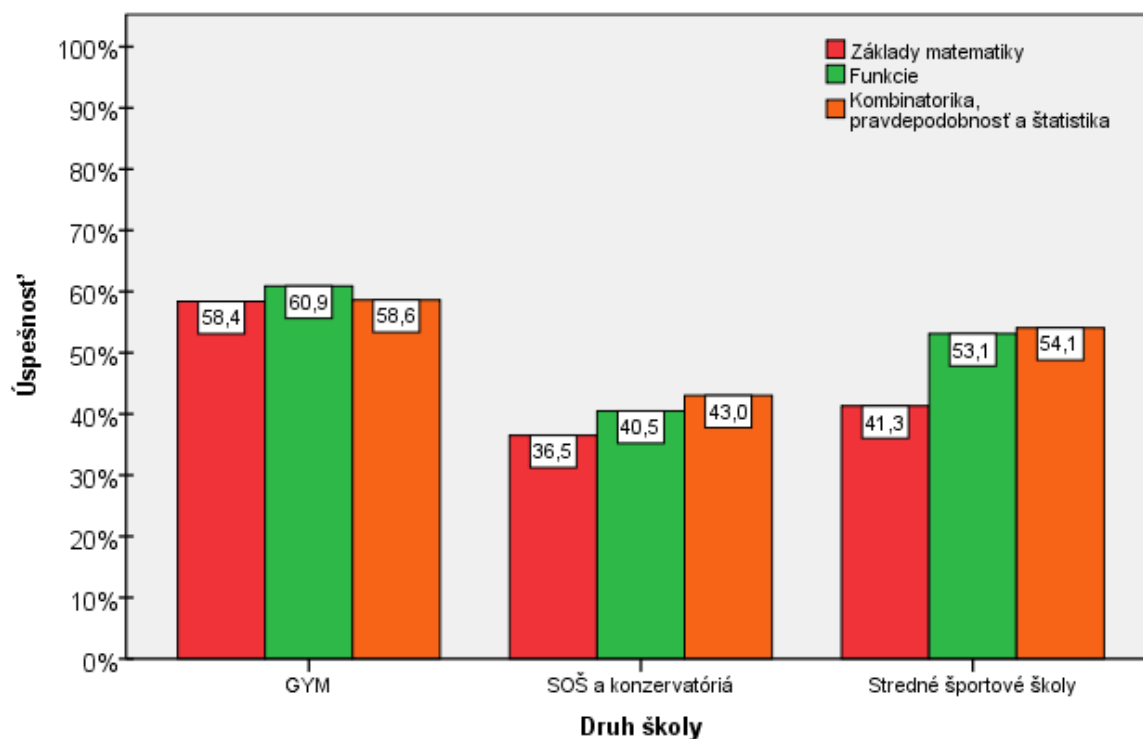
Tab. 41 Úspešnosť oblastí v teste MAT19 podľa typu školy

	Druh školy	Počet žiakov	Priemerná úspešnosť v %	SE
Základy matematiky	GYM	3 959	58,4	0,4
	SOŠ	1 245	36,5	0,6
	Stredné športové školy	92	41,3	0,3
Funkcie	GYM	3 959	60,9	0,4
	SOŠ	1 245	40,5	0,6
	Stredné športové školy	92	53,1	0,3
Planimetria	GYM	3 959	53,5	0,4
	SOŠ	1 245	35,8	0,7
	Stredné športové školy	92	42,2	0,4
Stereometria	GYM	3 959	48,1	0,4
	SOŠ	1 245	28,3	0,7
	Stredné športové školy	92	36,3	0,4
Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika	GYM	3 959	58,6	0,4
	SOŠ	1 245	43,0	0,7
	Stredné športové školy	92	54,1	0,3

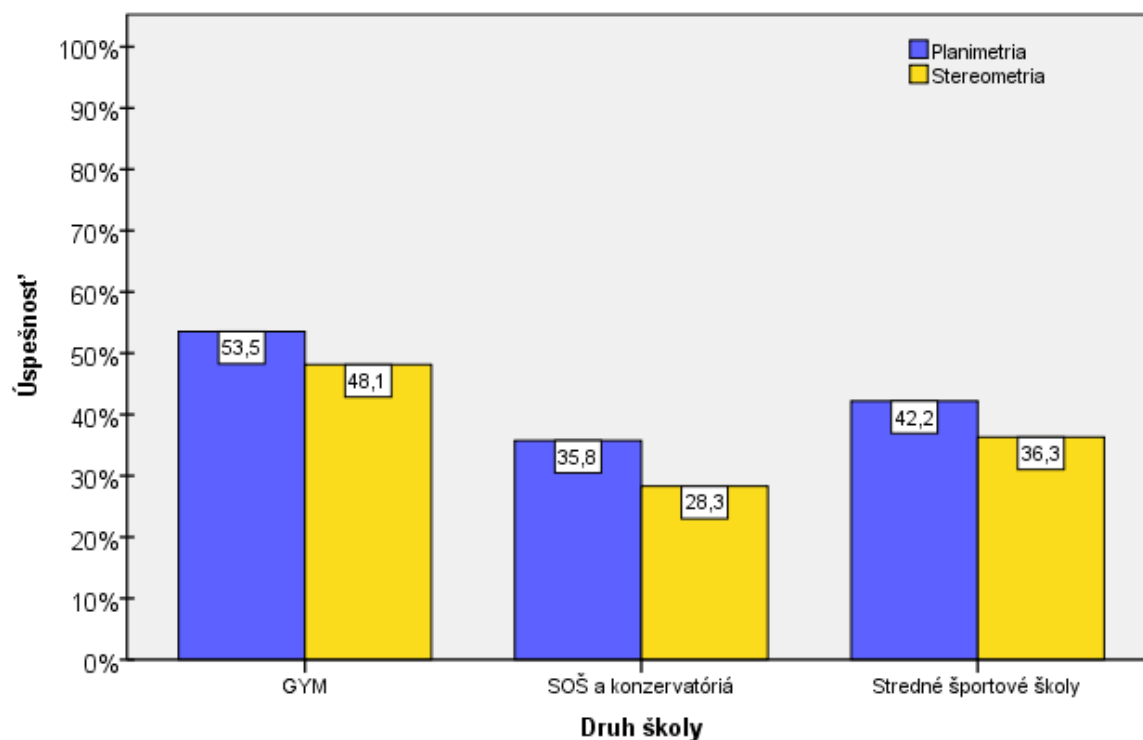
Výsledok žiakov gymnázií bol vo všetkých oblastiach výrazne lepší ako výsledok žiakov SOŠ. V oblastiach základy matematiky a funkcie na úrovni strednej vecnej významnosti a v ostatných oblastiach na úrovni miernej vecnej významnosti.

Gymnazisti boli najúspešnejší v oblasti funkcií, ostatní žiaci v kombinatorike, pravdepodobnosti a štatistike.

Obr. 19 Úspešnosť podľa aritmetických obsahových častí testu



Obr. 20 Úspešnosť podľa geometrických obsahových častí testu



3.5.1.1 Základy matematiky

Priemerná úspešnosť **52,9 %** (GYM 58,4 %, SOŠ 36,5 %, Stredné športové školy 41,3 %).

Základy matematiky testovalo 7 úloh (5 ÚKO a 2 ÚVO). Štyri z týchto úloh mali testovať myšlienkové operácie reprodukcie (č. 2, 4, 10 a 24), dve úlohy testovali transfer (č. 13 a 26) a jedna úloha reflexiu (č. 17). Štyri úlohy (č. 2, 4, 24, 26) patrili medzi ľahké. Úloha č. 10 patrila medzi stredne ťažné, úloha č. 13 medzi ťažné, úloha č. 17 medzi veľmi ťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných dvoch položiek na základe ťažnosti položky.

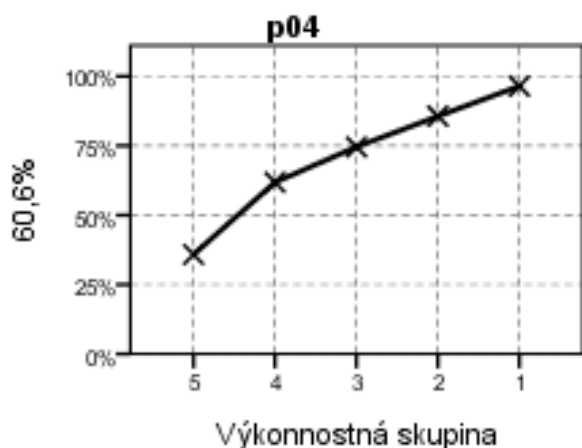
Úloha č. 4

Téma: 1.4 Rovnice, nerovnice a ich sústavy

Predpokladaná ťažnosť: ľahká

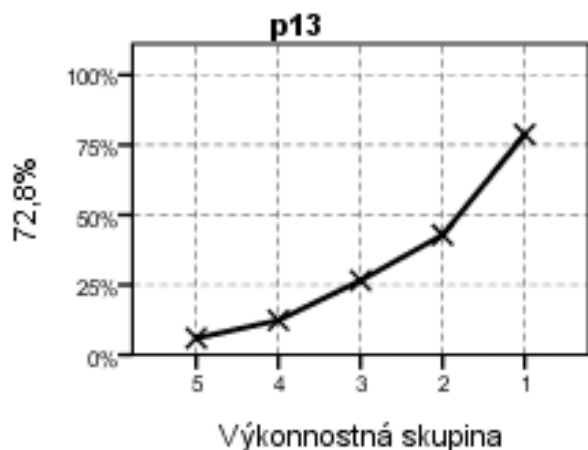
Zadanie: Vyriešte rovnicu $\frac{1 - \frac{x}{2}}{3} - \frac{2 - \frac{x}{4}}{4} + 1 = 0$.

Správna odpoveď: 8



Obr. 21 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.4

Hodnotenie: Úloha preverila znalosti žiakov z oblasti lineárnych rovníc a práce so zlomkami. Položka patrila svojou ťažnosťou (70,9 %) medzi ľahké položky. Položka dobre rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, pričom výraznejšie odlišila žiakov poslednej výkonnostnej skupiny. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 78,0 %) oproti žiakom SOŠ (úspešnosť 47,4 %). Zaujímavé je porovnanie úspešnosti chlapcov a dievčat. V tejto úlohe dievčatá dosiahli najlepší výsledok oproti chlapcom. Úspešnosť dievčat (76,1 %) bola o 7,6 % vyššia ako úspešnosť chlapcov (68,5 %). Položka mala tretiu najnižšiu vynechanosť a neriešenosť spomedzi otvorených úloh.

Úloha č. 13**Téma:** 1.4 Rovnice, nerovnice a ich sústavy**Predpokladaná obťažnosť:** stredne obťažná**Zadanie:** Koľko riešení má rovnica $|x-1|(x-3)|=1$?**Správna odpoveď:** 3

Obr. 22 Distribúcia úspešnosti a citlivosti v úlohe č.13

Hodnotenie: Úlohu bolo výhodné riešiť graficky (načrtnúť graf kvadratickej funkcie v absolútnej hodnote a zistiť počet jeho priesečníkov s funkciou $y=1$). Očakávalo sa celočíselné riešenie, preto žiaci pravdepodobne veľa tipovali: odpoveď 1 (26,9 %), odpoveď 2 (19,1 %), odpoveď 4 (9,9 %), s čím súvisí pomerne malá neriešenosť (4,7 %) a vynechanosť (4,5 %). Položka patrila medzi obťažné, iba tretina žiakov uviedla správnu odpoveď „3“. Napriek možnosti tipovať mala veľmi dobrú rozlišovaciu schopnosť a citlivosť (72,8 %), najlepšie odlíšila najúspešnejších žiakov. Pri riešení úlohy boli úspešnejší žiaci GYM (úspešnosť 39,6 %) oproti žiakom SOŠ (úspešnosť 13,4 %). Úspešnosť chlapcov a dievčat bola porovnateľná (chlapci 32,4 %, dievčatá 35,3 %).

3.5.1.2 Funkcie

Priemerná úspešnosť **56,0 %** (GYM 60,9 %, SOŠ 40,5 %, Stredné športové školy 53,1 %).

Funkcie testovalo 8 úloh (3 ÚKO a 5 ÚVO). Jedna z týchto úloh mala testovať myšlienkové operácie reprodukcie (č. 3), sedem úloh testovalo transfer (č. 6, 8, 21, 23, 25, 28, 30). Úlohy č. 3 a 21 patrili medzi ľahké, úlohy č. 6, 8, 23, 25, 28, 30 patrili medzi stredne ťažké. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných troch položiek na základe ťažnosti položky.

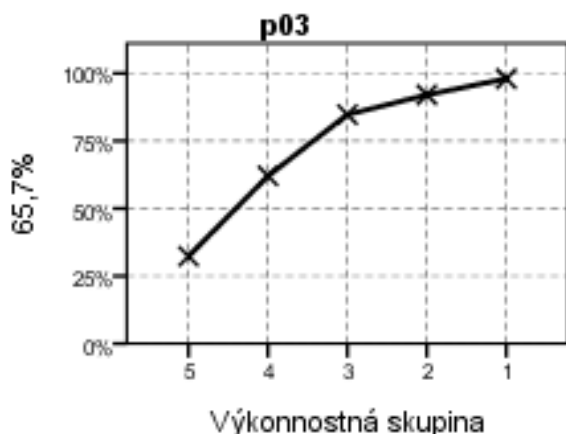
Úloha č. 3

Téma: 2.1 Funkcia a jej vlastnosti

Predpokladaná ťažnosť: ľahká

Zadanie: Na obrázku je časť grafu funkcie $f(x) = (x+c)(x-2)(x+1)$. Určte hodnotu c .

Správna odpoveď: -4



Obr. 23 Distribúcia úspešnosti a citlivosti v úlohe č.3

Hodnotenie: Úloha č. 3 patrila medzi úlohy zamerané na reprodukciu. Jej priemerná ťažnosť bola 73,8 %. Úspešní žiaci zistili správnu odpoveď jedným pohľadom na graf funkcie a jej priesečníky s osou x . Slabší žiaci, ktorým táto súvislosť nenapadla, mohli zostať zaskočení touto nie práve tradičnou úlohou. Avšak i jej (nie náhodne zvolená) pozícia v úvode testu im mala napovedať, že riešenie nie je ani zložité, ani zdĺhavé. Gymnazisti riešili túto úlohu s najvyššou úspešnosťou v celom teste (82,8 %), žiaci SOŠ s úspešnosťou iba 43,1 %, čo predstavuje najväčší rozdiel úspešností týchto dvoch kategórií žiakov v teste (39,7 %). Pre gymnazistov bola veľmi ľahká, pre žiakov SOŠ stredne ťažná. Dievčatá boli

úspešnejšie (74,9 %), chlapci dosiahli 73,3 %. Úloha najlepšie rozlišovala výkonnostné skupiny 4 a 5.

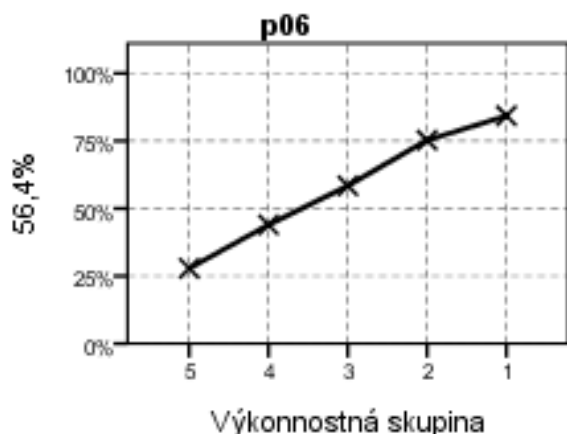
Úloha č. 6

Téma: 2.2 Lineárna a kvadratická funkcia, aritmetická postupnosť

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná

Zadanie: Peter každý deň trénuje na polmaratón. Prvý deň prebehol 1000 m a každý ďalší deň zvyšoval dĺžku tréningu o 250 m. V určitý deň Peter zabehol na tréningu 21 km. V ten deň si spočítal celkovú dráhu, ktorú zabehol od začiatku tréningovania. Koľko kilometrov Peter spolu zabehol?

Správna odpoveď: 891



Obr. 24 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.6

Hodnotenie: Úloha o športovcovi Petrovi patrila s obťažnosťou 58,0 % medzi stredne obťažné. Mala najnižšiu vynechanosť (3,2 %) aj neriešenosť (3,4 %) z otvorených úloh. Mohlo to súvisieť s rôznymi faktormi: žiakom sa zdalo zadanie už na prvé prečítanie zrozumiteľné, alebo boli viac motivovaní úlohu riešiť, pretože šlo o tému zo života, blízku aj záľubám stredoškolačom, alebo preto, že aj slabší žiaci, ktorí v úlohe neobjavili aritmetickú postupnosť, sa pokúsili príklad vyriešiť - aj bez použitia vzorca. Úloha rovnomerne odlišovala jednotlivé výkonnostné kategórie žiakov. Gymnazisti dosiahli priemernú úspešnosť 61,7 %, žiaci SOŠ 46,3 %. Chlapci dosiahli úspešnosť 59,6 %, dievčatá 54,4 %.

Žiaci mali najprv vypočítať, že Peter zabehol 21 km na 81.deň. Potom mali vypočítať súčet 81 členov aritmetickej postupnosti a tak získať správnu odpoveď 891 km. Nesprávnu odpoveď 891 000 uviedlo 3,2 % maturantov. Títo žiaci riešili správne, ale zabudli premeniť výsledok z metrov na kilometre. Odpoveď 880 uviedlo 7,0 % žiakov. Títo počítali súčet

postupnosti pre 80, nie 81 dní, možno preto, že použili vzorec $a_n = a_1 + nd$ namiesto správneho vzorca $a_n = a_1 + (n-1)d$. Odpoveď 869 uviedlo 2,3 % žiakov, tí mohli použiť vzorec $a_n = a_1 + (n+1)d$. Menované skupiny žiakov pravdepodobne podcenili kontrolu svojho vzorca s *Prehľadom vzťahov* na poslednom liste testu.

Úloha č. 21

Téma: 2.2 Lineárna a kvadratická funkcia, aritmetická postupnosť

Predpokladaná obtiažnosť: ľahká

Zadanie: Ktorý z bodov je vrcholom paraboly $y = 2x^2 - 6x + 1$?

(A) $[0; 1]$

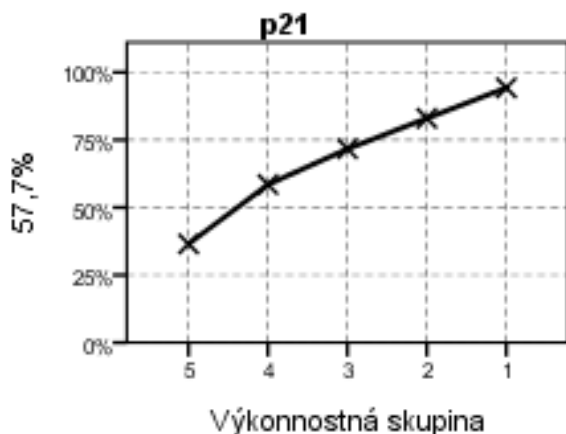
(B) $\left[\frac{3}{2}; \frac{13}{4}\right]$

(C) $\left[\frac{3}{2}; -\frac{5}{4}\right]$

(D) $\left[\frac{3}{2}; -\frac{7}{2}\right]$

(E) $[2; -3]$

Správna odpoveď: D



Obr. 25 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.21

Hodnotenie: Správnu odpoveď D zvolilo 68,8 % žiakov. Ostatné odpovede boli zastúpené rovnomerne: A - 8 %, B - 6 %, C - 10 %, E - 7 % žiakov. Úloha veľmi dobre rozlišovala žiakov podľa výkonnostných skupín. Citlivosť dosiahla 57,7 % (druhá najlepšia v uzavretých

úlohách). Chlapci dosiahli úspešnosť 67,4 %, dievčatá 72,0 %. Za pozornosť stojí nasledujúce zistenie. Pre gymnazistov bola úloha ľahká (úspešnosť 76,6 %), pre žiakov SOŠ stredne ťažná (42,3 %). Rozdiel týchto dvoch úspešností bol druhý najväčší v teste (34,3 %).

3.5.1.3 Planimetria

Priemerná úspešnosť **49,2 %** (GYM 53,5 %, SOŠ 35,8 %, Stredné športové školy 42,2 %).

Planimetriu testovalo 6 úloh (5 ÚKO a 1 ÚVO). Päť úloh testovalo transfer (č. 1, 7, 12, 14, 27), jedna úloha testovala reflexiu (č. 20). Úloha č. 1 patrila medzi ľahké. Úlohy č. 7, 12, 14 patrili medzi stredne ťažné a úloha č. 20 medzi veľmi ťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných dvoch položiek na základe ťažnosti položky.

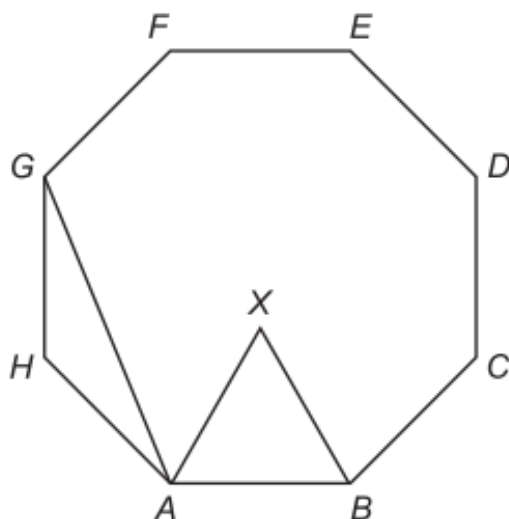
Úloha č. 12

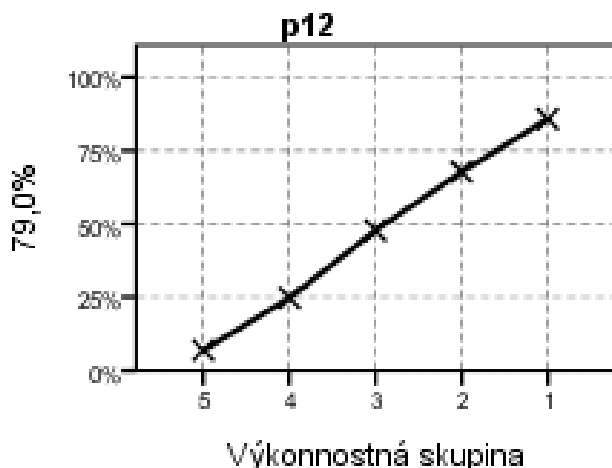
Téma: 3.1 Základné rovinné útvary

Predpokladaná ťažnosť: stredne ťažná

Zadanie: Na obrázku je pravidelný osemuholník $ABCDEFGH$ a rovnostranný trojuholník ABX . Zistite v stupňoch veľkosť uhla GAX .

Správna odpoveď: 52,5





Obr. 26 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.12

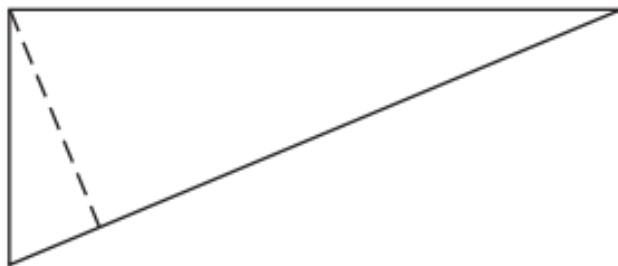
Hodnotenie: V úlohe bolo potrebné uvedomiť si vlastnosti pravidelného osemuholníka, rovnostranného a rovnoramenného trojuholníka, zistiť veľkosti uhlov v trojuholníkoch ABX a AGH a pomocou nich zistiť veľkosť uhla GAX. Úloha výborne rozlišovala žiakov podľa výkonnostných skupín. Citlivosť dosiahla 79,0 % (tretia najlepšia v teste). S obťažnosťou 46,6 % sa zaradila medzi stredne obťažné úlohy. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (52,5 %) oproti žiakom SOŠ (26,2 %). Úspešnosť chlapcov a dievčat bola veľmi podobná (chlapci 47,1 %, dievčatá 45,5 %).

Úloha č. 14

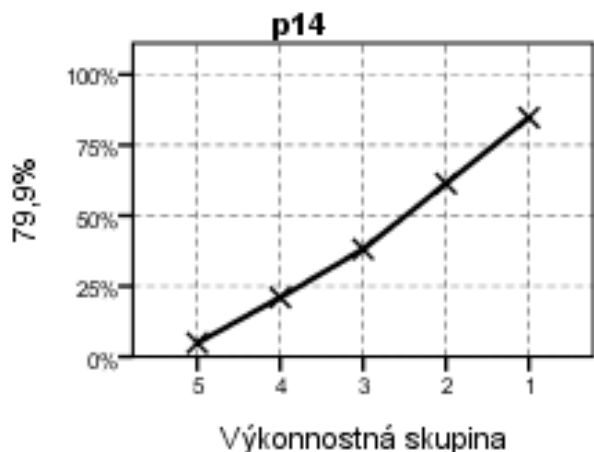
Téma: 3.1 Základné rovinné útvary

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná

Zadanie: Starému otcovi ostal v záhrade voľný priestor v tvare pravouhlého trojuholníka s odvesnami dlhými 5 metrov a 12 metrov. Rozhodol sa ho rozdeliť na dve časti a to výškou na preponu. Na menšej časti vytvorí skalku, na väčšiu zaseje trávku. Koľko metrov štvorcových má väčšia časť?



Správna odpoveď: 25,56



Obr. 27 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.14

Hodnotenie: Žiaci mohli pri riešení úlohy využiť Euklidove vety. Úloha výborne rozlišovala žiakov podľa výkonnostných skupín. Citlivosť dosiahla 79,9 % (druhá najlepšia v teste). S obťažnosťou 42,0 % sa zaradila medzi stredne obťažné úlohy. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (49,9 %) oproti žiakom SOŠ (17,5 %). Úloha sa týmto zaradila medzi 20% úloh s najväčším rozdielom úspešnosti u gymnazistov a ostatných žiakov. Úspešnosť chlapcov a dievčat bola takmer rovnaká (chlapci 42,2 %, dievčatá 41,5 %).

3.5.1.4 Stereometria

Priemerná úspešnosť **43,3 %** (GYM 48,1 %, SOŠ 28,3 %, Stredné športové školy 36,3 %).

Stereometriu testovalo 5 úloh (všetky ÚKO). Všetky úlohy testovali transfer (č. 4, 9, 11, 16, 18). Úloha č. 4 patrila medzi ľahké. Úlohy č. 9 a 11 patrili medzi stredne obťažné a úlohy č. 16 a 18 medzi veľmi obťažné. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybraných dvoch položiek na základe obťažnosti položky.

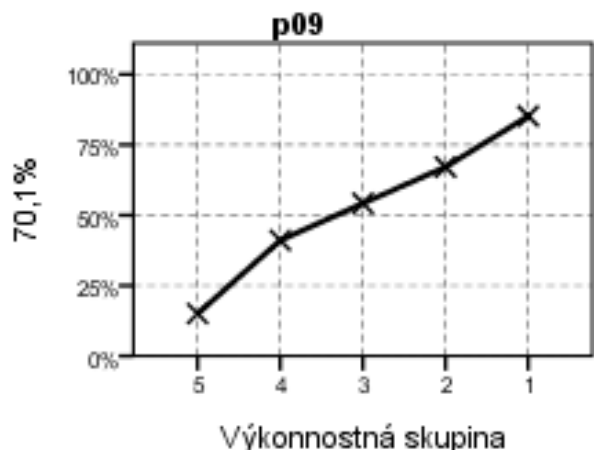
Úloha č. 9

Téma: 4.5 Telesá

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná

Zadanie: V meteorologickej stanici v Liptovskom Mikuláši namerali za posledných 24 hodín celkový úhrn zrážok 1,5 litra vody na meter štvorcový. Ako vysoko siaha voda v meracej nádobe tvaru valca, ktorého podstava má obsah 1 m^2 ? Výsledok uveďte v milimetroch.

Správna odpoveď: 1,5



Obr. 28 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.9

Hodnotenie: Úloha 9 patrila s obťažnosťou 52,5 % medzi stredne obťažné. Mala piatu najlepšiu citlivosť v teste, 70,1 %. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 56,0 %) oproti žiakom SOŠ (úspešnosť 42,1 %). Zaujímavé je porovnanie úspešnosti u chlapcov (55,6 %) a dievčat (45,8 %), kde sme namerali druhý najväčší rozdiel v rámci testu. Pravdepodobne to môže súvisieť s rozdielnou mierou dispozícií v priestorovom videní u chlapcov a dievčat. V úlohe bolo potrebné uvedomiť si, že poznáme objem vody v tvare valca (1,5 l) a veľkosť jeho podstavy (1 m^2) a potrebujeme určiť výšku valca. Najčastejšie nesprávne odpovede (15 u 8,2 % žiakov, 1 500 u 6,9 % žiakov a 150 u 4,2 % žiakov) naznačujú, že mnohí maturanti mali problém s premenou jednotiek. Položka veľmi dobre odlišovala všetky výkonnostné skupiny, najlepšie odlíšila najslabšiu výkonnostnú skupinu.

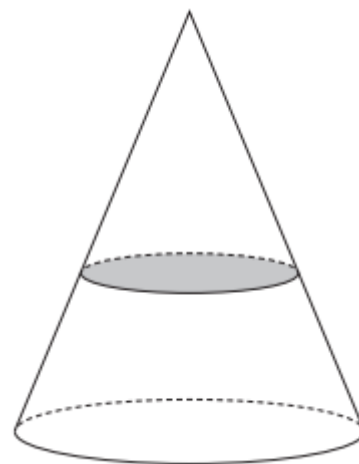
Úloha č. 18

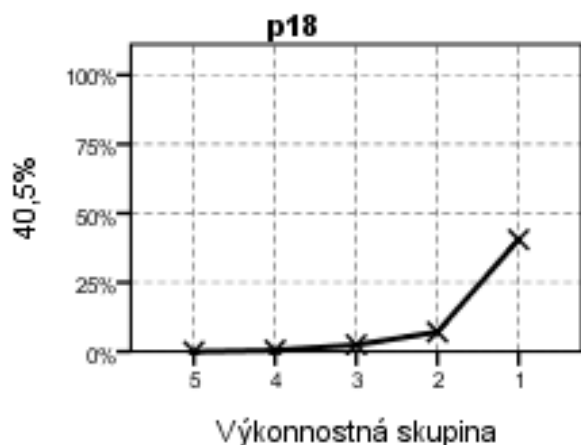
Téma: 4.5 Telesá

Predpokladaná obťažnosť: obťažná

Zadanie: Daný je kužeľ s polomerom podstavy 10 cm a výškou 12 cm. V akej výške nad podstavou ho máme rozdeliť rezom rovnobežným s podstavou, aby objemy oboch vzniknutých telies boli rovnaké? Výsledok uveďte v centimetroch.

Správna odpoveď: 2,48





Obr. 29 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.18

Hodnotenie: Úloha 18 patrila s obťažnosťou 10,1 % medzi tri najobťažnejšie položky v teste a zároveň bola najobťažnejšou položkou zo stereometrie. Pre žiakov SOŠ bola táto úloha druhou najťažšou v teste (obťažnosť 1,8 %). Úloha najlepšie odlišila najúspešnejšiu výkonnostnú skupinu žiakov. Položka bola veľmi podobne náročná pre chlapcov (10,3 %) aj dievčatá (9,6 %). Spomedzi úloh zo stereometrie sme zaznamenali najmenší rozdiel v úspešnosti dievčat a chlapcov (0,7 % v prospech chlapcov). Položka mala tretiu najväčšiu vynechanosť v teste – zhruba štvrtina žiakov neuviedla žiadnu odpoveď (24,5 %). Mnoho žiakov odpoveď tipovalo, ako usudzujeme z najčastejších nesprávnych odpovedí: 4 u 16,8 % žiakov, 6 u 14,2 %, 5 u 4,2 %.

3.5.1.5 Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika

Priemerná úspešnosť **54,9 %** (GYM 58,6 %, SOŠ 43,0 %, Stredné športové školy 54,1 %).

Kombinatoriku, pravdepodobnosť a štatistiku testovali 4 úlohy (2 ÚKO a 2 ÚVO). Tri úlohy testovali transfer (č. 15, 22, 29). Jedna úloha testovala reflexiu (19). Ľahké boli úlohy 15, 22 a 29. Úloha 19 bola veľmi obťažná. V nasledujúcej časti ponúkame analýzu vybranej položky.

Úloha č.29

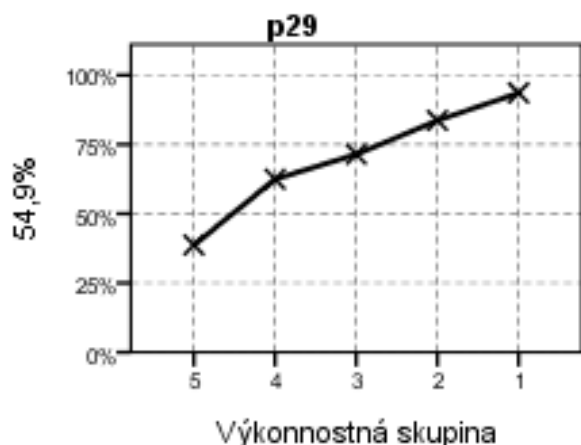
Téma: 5.1 Kombinatorika a pravdepodobnosť

Predpokladaná obťažnosť: stredne obťažná

Zadanie: Koľko existuje päťciferných čísel utvorených iba z číslíc 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 tak, aby číslica na začiatku čísla bola párna a číslica na konci čísla bola nepárna. Čísllice vo vytvorenom čísle sa nemôžu opakovať.

- (A) 60
 (B) 360
 (C) 2520
 (D) 1260
 (E) 720

Správna odpoveď: E



Obr. 30 Distribúcia úspešnosti a citlivosť v úlohe č.29

Hodnotenie: Úloha testovala vedomosti z kombinatoriky. Žiaci si mali uvedomiť, že na poradí číslíc v čísle záleží. Čísllice sa nemôžu opakovať, takže ide o variácie bez opakovania. Položka patrila svojou obtiažnosťou (70,0 %) medzi ľahké. Bola druhou najľahšou spomedzi uzavretých úloh. Položka veľmi dobre rozlišovala žiakov jednotlivých výkonnostných skupín, najlepšie skupinu 5. Úspešnejší pri riešení úlohy boli žiaci GYM (úspešnosť 75,3 %) oproti žiakom SOŠ (úspešnosť 51,4 %). Dievčatá dosiahli vyššiu úspešnosť (74,5 %) ako chlapci (67,9 %). Distraktory A, B, C, D si volilo postupne 6 %, 9 %, 4 % a 10 % žiakov.

Záver a odporúčania do praxe

Na vyhodnotenie výsledkov testu riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky sa môžeme pozeráť z hľadiska kvality výkonu žiakov, ako aj z hľadiska kvality meracieho nástroja – testu, pričom tieto dva aspekty sú navzájom prepojené. Môžeme konštatovať, že test MAT19 bol primerane náročný z hľadiska pripravenosti tohoročných maturantov.

Test riešilo **5 296** maturantov. Počet maturantov v porovnaní s predchádzajúcim rokom klesol. Test MAT19 riešilo **84,8 %** žiakov papierovou formou, jej elektronickú adaptáciu riešilo **15,2 %** žiakov. Elektronickú formu testovania riešilo v porovnaní s minulým rokom o 0,2 % menej študentov. V rozdelení podľa druhu školy boli žiaci gymnázií zastúpení **74,8 %**, z nich dobrovoľnú maturitu z matematiky absolvovalo **4,4 %** žiakov z počtu zúčastnených gymnazistov. Počet žiakov v jednotlivých krajoch nebol príliš rozdielny. Podľa zriaďovateľa tradične významne viac žiakov bolo zo štátnych škôl, **87,5 %**, žiaci cirkevných škôl tvorili **9,9 %** a súkromných škôl iba **2,6 %** z celkového počtu maturantov z matematiky. Chlapcov bolo približne dvakrát toľko ako dievčat.

Priemerná úspešnosť celého súboru bola **51,6 %**. Ukázalo sa, že priemerné výkony žiakov podľa krajov boli porovnateľné a pohybovali sa v intervale 48,6 % až 57,2 %. Rozdiely v priemerných výkonoch žiakov delených podľa zriaďovateľa školy sú v posledných rokoch zanedbateľné, pohybovali sa medzi 50,2 % až 53,1 %. Z hľadiska druhu školy bol výkon žiakov gymnázií tradične lepší ako výkon žiakov stredných odborných škôl a to o 19,5 %. Gymnazisti boli vo všetkých obsahových oblastiach testu lepší 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.

Výsledky žiakov podľa veľkosti školy alebo veľkosti sídla školy boli porovnateľné. V porovnaní úspešnosti podľa pohlavia sme nezaznamenali štatisticky významný rozdiel. Rozdiely v úspešnosti chlapcov a dievčat sa nepotvrdili ani v jednotlivých oblastiach testu. Celkovo bol test z rodového hľadiska náročnosti položiek dobre vyvážený. Priemerné úspešnosti žiakov, ktorým bol test administrovaný papierovou a elektronickou formou, boli porovnateľné. Dosiahnuté priemerné úspešnosti žiakov zodpovedali širokospektrálnej populácii, ktorá test riešila.

V záujme nezávislosti riešenia testu boli vytvorené dva varianty testu, ktoré boli zo všetkých skúmaných hľadísk ekvivalentné. Základné charakteristiky testu nepoukazovali na závažné neštandardné vybočenia. O dobrej kvalite testu vypovedajú sledované psychometrické parametre ako obťažnosť, citlivosť, neriešenosť a predovšetkým konzistentnosť položiek,

čiže medzipoložková korelácia prezentovaná hodnotami Point Biseriálu. Reliabilita testu bola veľmi dobrá, **C α 0,853**.

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

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

Literatúra

1. Burjan, V.: Tvorba a využívanie školských testov vo vzdelávacom procese. Exam: Bratislava 1999.
2. Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. ŠPÚ: Bratislava 2012.
3. Ficová, L. – Havrlentová, M. – Kohanová, I. – Matušková, H. – Marušková, M. – Švecová, S.: Matematická gramotnosť v testových úlohách. NÚCEM: Bratislava 2015.
4. Ficek, T. - Ficová, L. – Kurajová Stopková, J. – Repovský, M.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2017.
5. Ficek, T. – Kúdeľová, P. – Kurajová Stopková, J. – Repovský, M.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2018.
6. Ficová, L. – Havrlentová, M. – Kohanová, I. – Matušková, H. – Marušková, M. – Švecová, S.: Matematická gramotnosť v testových úlohách. NÚCEM: Bratislava 2015.
7. Hajdúk, M.: Teória odpovede na položku. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2013.
8. Hajdúk, M. – Kelecsényi, P. – Ringlerová, V.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2013.
9. Hajdúk, M. – Kelecsényi, P. – Ringlerová, V.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2015.
10. Hendl, J.: Přehled statistických metod zpracování dát. Portál: Praha 2004.
11. Hrabal, V. – Lustigová, Z. – Valentová, L.: Testy a testování ve škole. Pedagogická fakulta UK: Praha 1992.
9. Jelínek, M. – Květon, P. – Vobořil, D.: Testování v psychologii. Teorie odpovědi na položku a počítačové adaptivní testování. Grada Publishing: Praha 2011.
10. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P. – Pichaničová, I.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky Matematika. NÚCEM: Bratislava 2009.
11. Juščáková, Z. – Ringlerová, V.: Príručka. Vysvetlenie pojmov používaných v správach zo štatistického spracovania testov EČ MS. NÚCEM: Bratislava 2009.
12. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2010.
13. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2011.
14. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z

- matematiky. NÚCEM: Bratislava 2012.
15. Juščáková, Z. – Repovský, M.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2016.
 16. Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch riadneho termínu externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2014.
 17. Kubáček, Z.: Matematika pre 1. ročník gymnázií. 1. časť. SPN: Bratislava 2009.
 18. Kubáček, Z.: Matematika pre 1. ročník gymnázií. 2. časť. SPN: Bratislava 2010.
 19. Kubáček, Z.: Matematika pre druhý ročník gymnázií. Prvá časť. Orbis Pictus Istropolitana: Bratislava 2009.
 20. Kubáček, Z.: Matematika pre 2. ročník gymnázií a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. Druhá časť. Orbis Pictus Istropolitana: Bratislava 2010.
 21. Kubáček, Z.: Matematika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. časť. SPN: Bratislava 2012.
 22. Kubáček, Z.: Matematika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 2. časť. SPN: Bratislava 2013.
 23. Kubáček, Z.: Matematika pre 4. ročník gymnázia a 8. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. SPN: Bratislava 2013.
 24. Kubiš, T a kol.: Metodika tvorby testových úloh a testov. NÚCEM: Bratislava 2015.
 25. Kurajová Stopková, J. – Ficek, T.: Správa zo štatistického spracovania testu z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2019.
 26. Lapitka, M.: Tvorba a použitie didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 1996.
 27. Ritomský, A. – Zelmanová, O.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní. Položková a multivariačná analýza s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2003
 28. Ritomský, A. – Zelmanová, O. – Zelman, J.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2002.
 29. Rosa, V.: Metodika tvorby didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 2007.
 30. SPSS Base 10.0 User`s Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1999.
 31. SPSS Base 7.0 Syntax Reference Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1996.
 32. Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
 33. Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie. ŠPÚ: Bratislava 2009.
 34. Štátny vzdelávací program. Matematika (Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami). Príloha ISCED 3A. ŠPÚ: Bratislava 2009.
 35. Turek, I.: Učiteľ a didaktické testy. Metodické centrum: Bratislava 1996.
 36. Turek, I.: Učiteľ a pedagogický výskum. Metodické centrum: Bratislava 1998.
 37. Urbánek, T. – Denglerová, D. – Sirůček, J.: Psychometrika. Měření v psychologii.

Portál: Praha 2011.

38. Vzdelávací štandard pre študijné odbory, ktorých absolvovaním žiak získa úplné stredné odborné vzdelanie. ŠPÚ: Bratislava 2013.
39. Wimmer, G.: Štatistické metódy v pedagogickom výskume. Gaudeamus: Hradec Králové 1993.

Vysvetlenie niektorých použitých pojmov

Klasická teória testovania (Classical Test Theory – CTT)

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

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

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

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

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

Reliabilita testu (spoľahlivosť merania) určuje, do akej miery sa podarilo v teste vylúčiť vplyv náhodnosti, či by testovaní žiaci dosiahli rovnaké alebo podobné výsledky pri opakovanom testovaní podobnými úlohami. Reliabilitu zvyšuje vyšší počet úloh a ich citlivosť, znižuje veľa veľmi ľahkých alebo veľmi obťažných 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. 42 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. 43 Klasifikácia položiek podľa obťažnosti

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

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

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

Tab. 44 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

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. 31 Distribúcia úspešnosti odpovedí žiakov na položku podľa výkonnostných skupín

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

Tab. 45 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 %.