



NÁRODNÝ ÚSTAV CERTIFIKOVANÝCH
MERANÍ VZDELÁVANIA

Maturitná skúška 2013

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

z matematiky

Mgr. Michal Hajdúk
Mgr. Pavol Kelecsényi
RNDr. Viera Ringlerová, PhD.

Bratislava 2013

OBSAH

ÚVOD	4
1 CHARAKTERISTIKA TESTU RT EČ MS Z MATEMATIKY A TESTOVANÍ ŽIACI.....	5
1.1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky	5
1.2 Testovaní žiaci	6
2 VÝSLEDKY RT EČ MS Z MATEMATIKY PODĽA VYHODNOTENIA CTT	8
2.1 Všeobecné výsledky	8
2.2 Rozdiely vo výsledkoch	11
3 VÝSLEDKY POLOŽIEK TESTU RT EČ MS Z MATEMATIKY PODĽA CTT	23
3.1 Porovnanie variantov testu	23
3.2 Obťažnosť položiek	23
3.2.1 Obťažnosť položiek podľa tematického celku	24
3.2.2 Obťažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie	28
3.2.3 Obťažnosť položiek podľa druhu školy	29
3.2.4 Obťažnosť položiek podľa pohlavia	30
3.3 Korelácia položiek so zvyškom testu	31
3.4 Distribúcia úspešností a citlivosť položiek	37
3.5 Neriešenosť položiek	42
3.6 Súhrnné charakteristiky položiek	44
4 VÝSLEDKY RT EČ MS Z MATEMATIKY PODĽA VYHODNOTENIA IRT	49
4.1 Všeobecné výsledky	49
4.2 Výsledky položiek	53
5 NÁMETY NA ZAMYSLENIE	63
ZÁVER	67
LITERATÚRA	69
PRÍLOHA – VYSVETLENIE NIEKTORÝCH POUŽITÝCH POJMOV	71
ZADANIA ÚLOH TESTU MAT13 – 8103	78

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 (Item Response Theory)
MAT13	– označenie testu z matematiky pre RT EČ MS v roku 2013
položka (testová)	– príklad, úloha, otázka v teste určená na riešenie a hodnotená (0, 1) v hrubom skóre

Úvod

Dňa 14. marca 2013 sa konal RT EČ MS z matematiky.

Cieľom EČ MS je overiť a zhodnotiť tie vedomosti a zručnosti maturantov, ktoré nie je možné overiť v dostatočnej miere v ústnej forme internej časti maturitnej skúšky. Vysoká objektivita a validita skúšky zaručujú prostredníctvom percentilu porovnateľnosť výsledkov všetkých žiakov z celého Slovenska, ktorí konali skúšku v rovnakom termíne a riešili rovnaké úlohy.

Správa dokladuje korektnosť a exaktnosť RT EČ MS z matematiky a spracovania jej výsledkov.

V prvej časti správy opisujeme vstupy, uvádzame charakteristiky testu a kvantifikujeme štatistický súbor obsahujúci žiakov maturujúcich z matematiky v RT EČ MS 2013. Údaje o počte žiakov sú členené z hľadiska územného, zriaďovateľa školy, druhu školy a celkového počtu žiakov školy, pohlavia a známky žiakov z matematiky na poslednom vysvedčení.

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

V tretej časti prinášame výsledky štatistických meraní jednotlivých položiek testu vypracovaných CTT metódou. Opisujeme obťažnosť položiek podľa tematických celkov, náročnosti myšlienkovej operácie potrebnej na vyriešenie položky, druhu školy a pohlavia, koreláciu obťažnosti položiek so zvyškom testu, rozlišovaciu silu a stupeň neriešenosti položiek. Na konci tejto časti predkladáme súhrnné charakteristiky jednotlivých položiek.

V nasledujúcej časti oboznamujeme s výsledkami vyhodnotenia testu a jednotlivých položiek IRT metódou. Hodnotíme obťažnosť a rozlišovaciu schopnosť položiek testu a prinášame grafy závislosti voľby odpovede žiakov od úrovne matematickej schopnosti žiakov.

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.

Informácie, ktoré správa prináša, sú určené predovšetkým pedagogickej verejnosti, ale aj tvorcom testov, didaktikom matematiky a kompetentným pracovníkom v problematike hodnotenia a merania výsledkov vzdelávania.

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

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

1 Charakteristika testu RT EČ MS z matematiky a testovaní žiaci

1.1 Charakteristika testu EČ MS z matematiky

Maturitnú skúšku legislatívne upravuje zákon č. 245/2008 Z. z. a vyhláška č. 318/2008 Z. z. v znení vyhlášky č. 209/2011 Z. z., podľa ktorých maturitnú skúšku z matematiky na jednej úrovni absolvovali iba žiaci, ktorí si matematiku zvolili ako voliteľný predmet.

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

Prvých dvadsať úloh testu bolo otvorených s krátkou odpoveďou. Žiaci mali vypočítať výsledok úlohy a uviesť ho v tvare celého alebo presného desatinného čísla, prípadne desatinného čísla zaokrúhleného podľa pokynov zadania. Posledných desať úloh bolo uzavretých s výberom odpovede. V každej úlohe žiaci mohli vyberať z piatich možností, z ktorých práve jedna bola správna.

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

1. jednoduché – úlohy vyžadujúce jednoduché myšlienkové operácie (úlohy na reprodukciu a porozumenie) – overenie 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 desať ľahkých úloh, dvanásť stredne ťažkých a osem náročných úloh.

Úlohy testu bolo možné riešiť pomocou kalkulačky, ktorá umožňovala obvyklé operácie a výpočet hodnôt funkcií. Nebolo povolené používať kalkulačku, ktorá mala základné

štatistické vybavenie, grafický displej, funkcie Graph, Graphic, Calc, Solve a programovateľnú kalkulačku. Žiaci mohli použiť aj prehľad základných matematických vzťahov uvedený na poslednom liste testu. V porovnaní s uplynulými rokmi zostal nezmenený, napriek tomu, že obsahoval aj vzťahy, ktoré podľa Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky žiaci nemusia ovládať. Poznajú ich však z vyučovania matematiky a mohli ich využiť pri riešení niektorých príkladov v teste.

Žiaci mali na vyriešenie úloh testu 120 minút. Za každú správnu odpoveď získali 1 bod, bez ohľadu na obťažnosť úlohy, za nesprávnu alebo neuvedenú odpoveď získali 0 bodov.

Pripravené boli dva varianty testu, ktoré sa líšili poradím položiek a distraktorov. Výtlačok testu obsahoval čiarový kód a úzky pásik geometrických vzorov, osobitý pre každý jednotlivý test. Zadané úloh testu boli preložené do maďarského jazyka pre žiakov škôl s vyučovacím jazykom maďarským. Zdravotne znevýhodnení žiaci riešili test s graficky alebo obsahovo upraveným zadaním úloh.

1.2 Testovaní žiaci

Test MAT13 riešilo 8 203 žiakov zo 413 škôl (Tab. 1). Rozdelenie žiakov do škôl podľa zriaďovateľa nebolo rovnomerné. Žiaci súkromných a cirkevných škôl tvorili iba 11,7 % z celkového počtu maturantov. V súkromných a cirkevných školách sa testovania zúčastnilo v priemere 9,9 žiakov v prepočte na školu, čo je oveľa menej ako v štátnych školách (priemerne 22,9 žiakov na školu), čo súvisí s počtom tried a žiakov v triedach týchto škôl.

Tab. 1 Počet škôl a žiakov podľa kraja a zriaďovateľa školy v MAT13

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Kraj	BA	56	13,6	1 015	12,4
	TT	37	9,0	673	8,2
	TN	39	9,4	914	11,1
	NR	47	11,4	804	9,8
	ZA	57	13,8	1 394	17,0
	BB	56	13,6	937	11,4
	PO	68	16,5	1 237	15,1
	KE	53	12,8	1 229	15,0
	spolu	413	100,0	8 203	100,0
Zriaďovateľ	štátne školy	316	76,5	7 244	88,3
	súkromné školy	41	9,9	289	3,5
	cirkevné školy	56	13,6	670	8,2
	spolu	413	100,0	8 203	100,0

Tab. 2 Počet škôl a žiakov podľa druhu školy a celkového počtu žiakov školy v MAT13

		Školy		Žiaci	
		počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	232	56,2	5 358	65,3
	SOŠ	181	43,8	2 845	34,7
	spolu	413	100,0	8 203	100,0
Celkový počet žiakov školy	menej ako 300	172	41,6	1 592	19,4
	300 až 600	190	46,0	4 571	55,7
	viac ako 600	51	12,3	2 040	24,9
	spolu	413	100,0	8 203	100,0

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

Tab. 3 Počet žiakov podľa pohlavia, známky z matematiky a variantu testu v MAT13

		Počet	%
Pohlavie	chlapci	5 417	66,0
	dievčatá	2 786	34,0
	spolu	8 203	100,0
Známka z matematiky	1	2 982	36,4
	2	2 784	33,9
	3	1 840	22,4
	4	549	6,7
	5	44	0,5
	neuvedená	4	0,1
	spolu	8 203	100,0
Variant	8103	4 118	50,2
	8706	4 085	49,8
	spolu	8 203	100,0

MAT13 riešilo dvakrát viac chlapcov ako dievčat. Prekvapivý je výber matematiky ako voliteľného predmetu 593 žiakmi (7,2 %) hodnotenými z matematiky známkou 4 a 5.

Počet a zastúpenie škôl a žiakov v MS z matematiky sa v posledných rokoch takmer nemení.

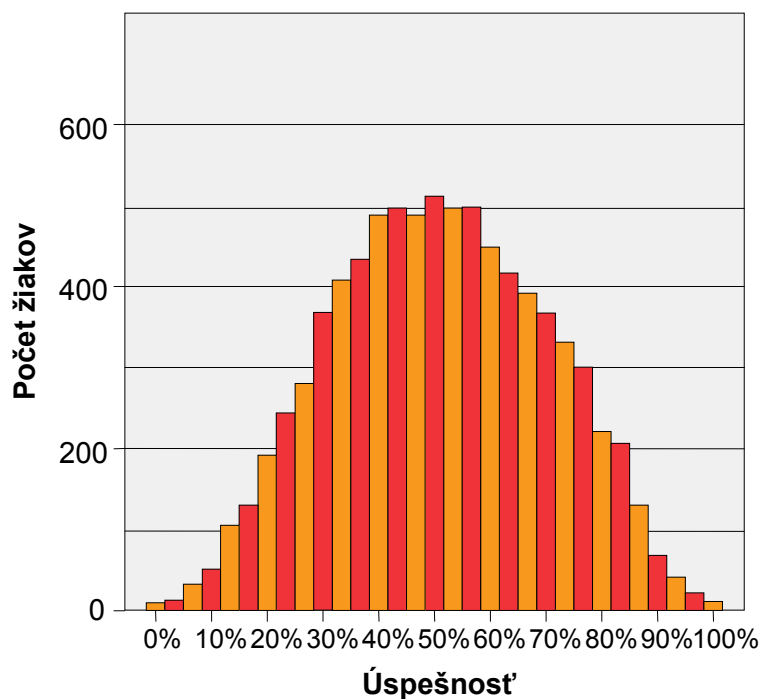
2 Výsledky RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia CTT

2.1 Všeobecné výsledky

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

Tab. 4 Výsledné psychometrické charakteristiky testu MAT13

Počet testovaných žiakov	8 203
Minimum	0,0 %
Maximum	100,0 %
Priemer	50,9 %
Štandardná odchýlka	19,3 %
Intervalový odhad úspešnosti populácie – dolná hranica	13,1 %
Intervalový odhad úspešnosti populácie – horná hranica	88,7 %
Štandardná chyba priemernej úspešnosti	0,2 %
Interval spoľahlivosti pre priemernú úspešnosť – dolná hranica	50,5 %
Interval spoľahlivosti pre priemernú úspešnosť – horná hranica	51,3 %
Štandardná chyba merania pre úspešnosť	7,6 %
Intervalový odhad úspešnosti individuálneho žiaka	14,9 %
Cronbachovo alfa	0,84



Obr. 1 Výsledný histogram rozloženia početností percentuálnych úspešností v MAT13

Cieľom MS je overiť vedomosti a zručnosti žiakov v rozsahu Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov (zákon č. 245/2008 Z. z., § 74, bod 1). Testy EČ MS z matematiky sú však už od ich zavedenia na základe vyhlášky č. 318/2008 Z. z. zostavené ako porovnávacie, rozlišujúce testy relatívneho výkonu (norm-referenced NR testy), s cieľom usporiadať všetkých maturujúcich žiakov (riešiacich jeden rovnaký test v jednom rovnakom termíne) podľa priradeného percentilu do poradia pre potreby vysokých škôl pri prijímacej skúške.

Priemerná úspešnosť žiakov v dobre zostavenom NR teste by podľa CTT mala dosiahnuť hodnotu z intervalu od 40 % do 60 %. Hodnota 50,9 % priemernej úspešnosti žiakov v teste MAT13 (*Tab. 4*) a tvar histogramu rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov (*Obr. 1*) zodpovedajúci normálnemu rozloženiu úrovne matematickej schopnosti v populácii poukazujú na primeranú náročnosť a vhodnosť testu pre testovaných žiakov a potvrdzujú, že úlohy testu MAT13 skutočne merali mieru matematickej schopnosti maturujúcich žiakov. V ďalšej interpretácii nameranej hodnoty priemernej úspešnosti (národného priemeru) 50,9 % však musíme byť opatrní. Záver, že maturanti testovaného ročníka ovládajú učivo stredoškolskej matematiky na 50,9 % nie je možné vyvodiť, pretože uvedená hodnota je výsledkom rozlišovacieho testu a nízkeho počtu položiek, ktorý nie je postačujúci na preskúšanie celého obsahu Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky v potrebnom rozsahu. Podobne opatrne treba interpretovať aj dosiahnutú úspešnosť jednotlivých žiakov v teste RT EČ MS z matematiky, napriek tomu, že úspešnosť žiaka vyjadrená percentom sa uvádza aj na maturitnom vysvedčení žiaka (rovnocenne so známku z ústnej formy internej časti MS).

Z ďalších údajov v *Tab. 4* vyplýva, že približne dve tretiny maturantov z matematiky dosiahli úspešnosť v intervale od 31,6 % do 70,2 %. Podľa intervalového odhadu úspešnosti 95 % testovaných žiakov dosiahlo úspešnosť medzi 13,1 % a 88,7 %. Spoľahlivosť merania (reliabilita testu) určená hodnotou Cronbachovho alfa 0,84 je pre test s pomerne nízkym počtom tridsiatich položiek veľmi dobrá. Reliabilita testu RT EČ MS z matematiky dosiahla už tretí rok za sebou rovnakú hodnotu, zatiaľ najvyššia bola v roku 2007 s hodnotou 0,87. Reliabilita nad 0,85 (niekedy nad 0,90) je postačujúca na vyvodenie záveru a prijatie rozhodnutia na základe jednej skúšky alebo testovania.

Najnižšiu úspešnosť 0,0 % v MAT13 dosiahli 4 žiaci, najvyššiu úspešnosť 100,0 % dosiahli 5 žiaci (*Tab. 5*). Najúspešnejšiu skupinu žiakov, ktorí dosiahli úspešnosť 90,0 % a viac, tvorilo 139 žiakov, čo bolo 1,7 % všetkých žiakov riešiacich test MAT13. Menej úspešná polovica žiakov (percentil 50,0 a menej) dosiahla úspešnosť 50,0 % alebo nižšiu a bola rozdelená do 16 skupín. Úspešnejšia polovica žiakov dosiahla úspešnosť 53,3 % a vyššiu a rozdelila sa do 15 skupín.

MAT13 teda rovnako dobre rozlíšil celkove menej úspešných žiakov aj žiakov úspešnejších, čo potvrdzuje aj tvar histogramu rozloženia početností úspešností žiakov na Obr. 1.

Tab. 5 Prepojenie úspešnosti a percentilu žiakov v MAT13

Počet bodov	Úspešnosť %	Percentil	Počet žiakov	Počet bodov	Úspešnosť %	Percentil	Počet žiakov
0	0,0	0,0	4				
1	3,3	0,0	11	16	53,3	51,9	490
2	6,7	0,2	32	17	56,7	57,9	502
3	10,0	0,6	61	18	60,0	64,0	450
4	13,3	1,3	109	19	63,3	69,5	418
5	16,7	2,6	134	20	66,7	74,6	391
6	20,0	4,3	182	21	70,0	79,3	369
7	23,3	6,5	247	22	73,3	83,8	327
8	26,7	9,5	287	23	76,7	87,8	298
9	30,0	13,0	373	24	80,0	91,5	220
10	33,3	17,6	410	25	83,3	94,1	211
11	36,7	22,6	432	26	86,7	96,7	131
12	40,0	27,8	482	27	90,0	98,3	71
13	43,3	33,7	492	28	93,3	99,2	43
14	46,7	39,7	486	29	96,7	99,7	20
15	50,0	45,6	515	30	100,0	99,9	5

Tab. 6 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou 25,0 % a menej v MAT13

		chlapci		dievčatá		spolu	
		počet	%	počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	85	10,9	69	8,8	154	19,7
	SOŠ	405	51,9	221	28,3	626	80,3
spolu		490	62,8	290	37,2	780	100,0

Vyhláška č. 209/2011 Z. z. zrovnoprávnila dôležitosť EČ MS s ústnou formou internej časti MS z hľadiska úspešného vykonania MS (ak žiak nekoná MS dobrovoľne). Žiak neúspešne vykoná MS z matematiky, ak z ústnej formy internej časti MS je hodnotený najslabším stupňom prospechu nedostatočný a rovnocenne, ak v EČ MS získa 25,0 % a menej z celkového počtu bodov. Úspešnosť 25,0 % a nižšiu dosiahlo 154 žiakov GYM, čo predstavuje 2,9 % všetkých žiakov GYM riešiacich test MAT13. Údaj, koľkí z nich konali EČ MS z matematiky dobrovoľne, však nemáme k dispozícii. Len pre porovnanie, uvedenú úspešnosť dosiahlo 22,0 % žiakov SOŠ, ktorí všetci konali EČ MS z matematiky ako dobrovoľnú skúšku. Úspešnosť 25 % a nižšiu dosiahlo 9,5 % žiakov riešiacich test MAT13.

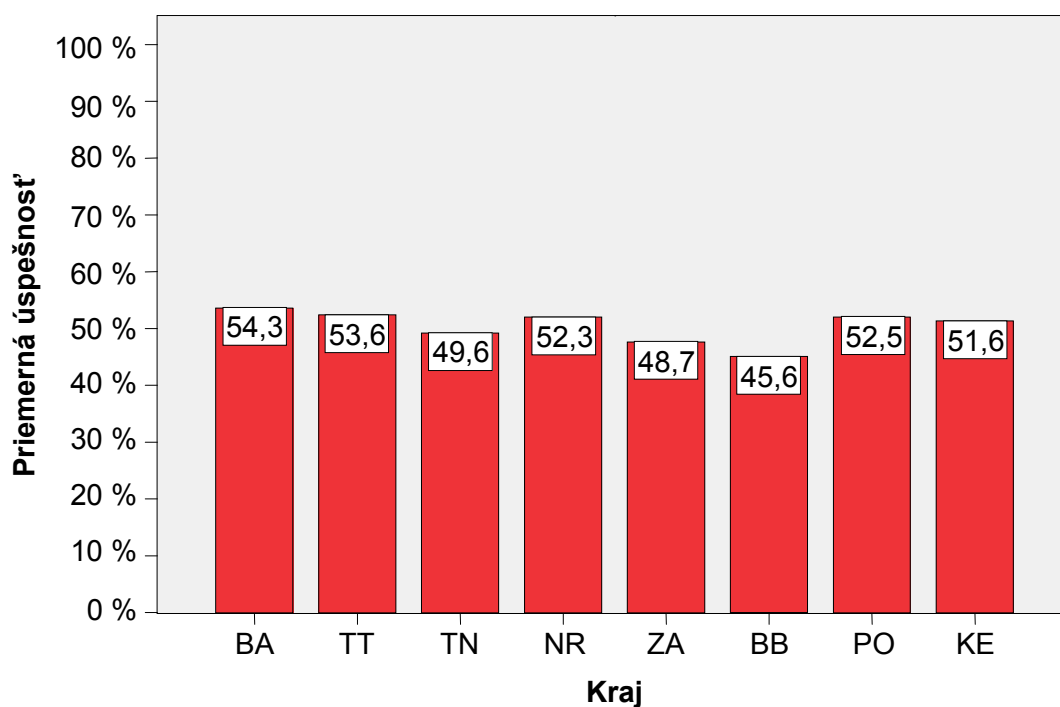
Tab. 7 Rozdelenie žiakov s úspešnosťou 33,0 % a menej v MAT13

		chlapci		dievčatá		spolu	
		počet	%	počet	%	počet	%
Druh školy	GYM	217	15,1	174	12,1	391	27,2
	SOŠ	726	50,4	323	22,4	1 049	72,8
spolu		943	65,5	497	34,5	1 440	100,0

Žiak neúspešne vykoná EČ MS z matematiky ako dobrovoľného predmetu, ak v EČ MS získa 33,0 % a menej z celkového počtu bodov. Úspešnosť 33,0 % a nižšiu v MAT13 dosiahlo 7,3 % maturujúcich žiakov GYM a 36,9 % maturujúcich žiakov SOŠ, čo je 17,6 % všetkých žiakov, ktorí sa zúčastnili RT EČ MS z matematiky.

2.2 Rozdiely vo výsledkoch

V nasledujúcich tabuľkách a grafoch prezentujeme rozdiely v priemernej úspešnosti žiakov v MAT13 podľa jednotlivých kategórií a mieru ich vecnej významnosti.



Obr. 2 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa kraja

Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov najúspešnejšieho Bratislavského kraja (54,3 %) a posledného Banskobystrického kraja (45,6 %) bol len mierne vecne významný. Konštatujeme, že medzi úspešnosťami žiakov z jednotlivých krajov neboli významné rozdiely.

Tab. 8 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa kraja a priemeru žiakov GYM v MAT13

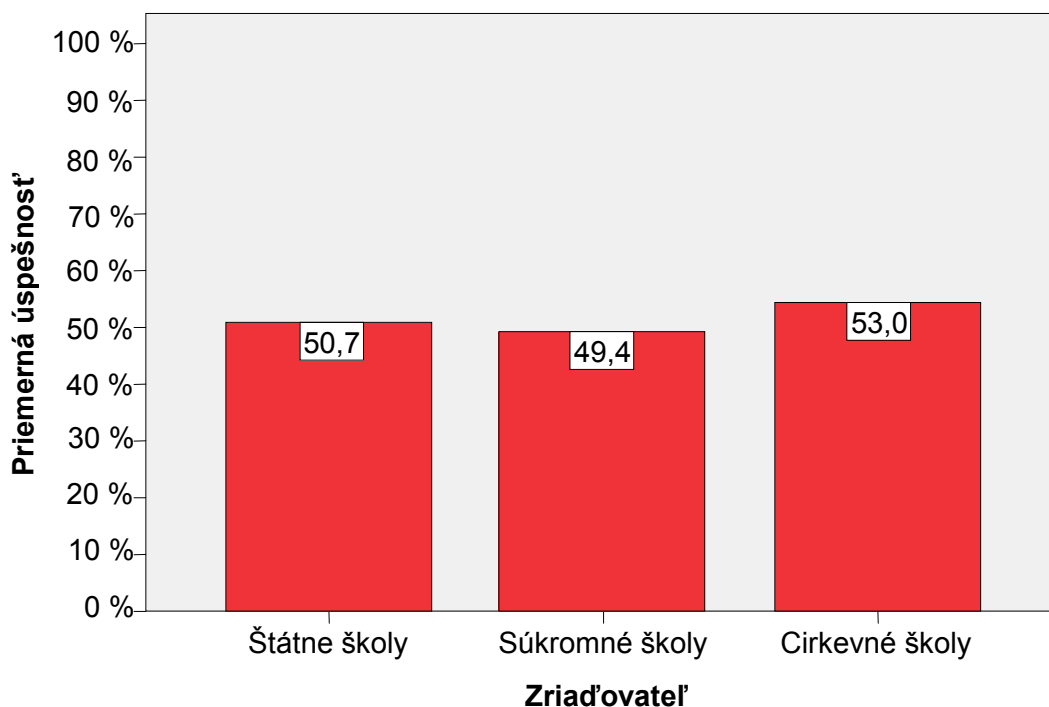
		Priemer GYM = 58,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	BA	809	58,5	0,472	0,025
	TT	481	58,0	0,953	0,003
	TN	508	57,9	0,888	0,006
	NR	528	58,7	0,360	0,040
	ZA	819	56,8	0,052	0,068
	BB	543	57,0	0,168	0,059
	PO	844	57,9	0,929	0,003
	KE	826	59,4	0,020	0,081

Rozdiely v priemerných úspešnostiach žiakov GYM podľa kraja neboli vecne významné. Úspešnosti žiakov GYM všetkých krajov boli porovnateľné s priemerom žiakov GYM.

Tab. 9 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa kraja a priemeru žiakov SOŠ v MAT13

		Priemer SOŠ = 37,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	BA	206	38,1	0,562	0,040
	TT	192	42,6	0,000	0,324
	TN	406	39,2	0,017	0,118
	NR	276	40,0	0,002	0,186
	ZA	575	37,0	0,498	0,028
	BB	394	30,0	0,000	0,461
	PO	393	40,7	0,000	0,209
	KE	403	35,7	0,013	0,123

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



Obr. 3 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa zriaďovateľa

Analýza rozdielov priemerných úspešností žiakov škôl rôznych zriaďovateľov bola ovplyvnená značne nerovnomerným rozdelením počtu žiakov do jednotlivých skupín (Tab. 1). Vecná významnosť rozdielov priemerných úspešností žiakov bola zanedbateľná. Nepozorujeme významné rozdiely v priemernej úspešnosti žiakov podľa zriaďovateľa.

Tab. 10 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa zriaďovateľa a priemeru žiakov GYM v MAT13

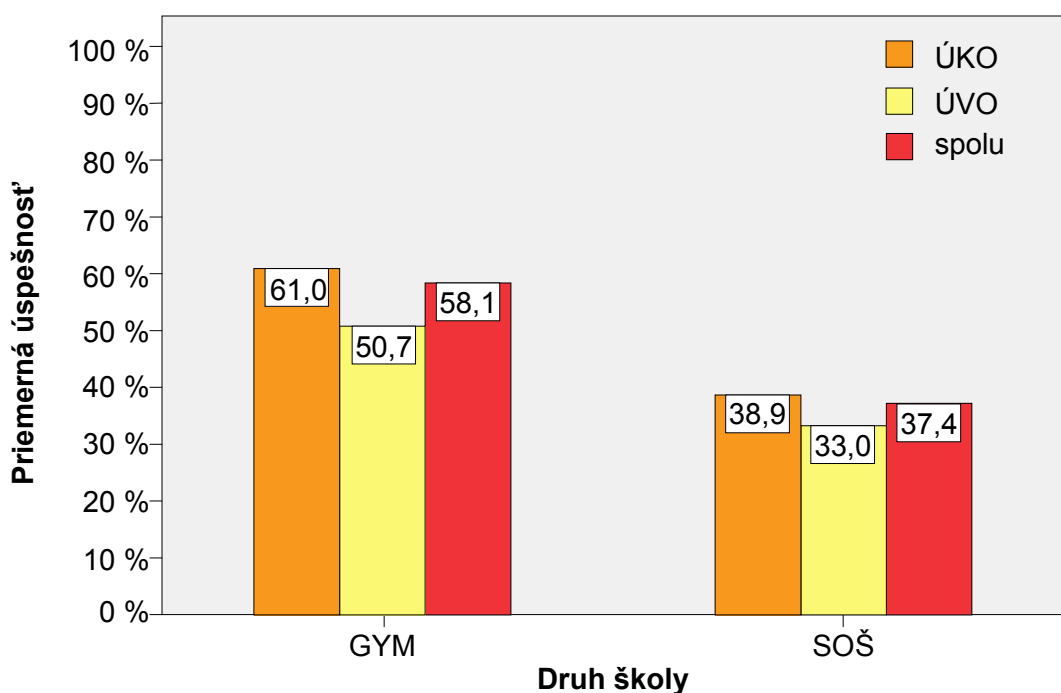
		Priemer GYM = 58,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	štátne školy	4 533	58,6	0,013	0,037
	súkromné školy	181	57,7	0,818	0,017
	cirkevné školy	644	54,1	0,000	0,216

Rozdiely v priemerných úspešnostiach žiakov GYM podľa zriaďovateľa neboli vecne významné. Priemerná úspešnosť žiakov cirkevných GYM bola mierne vecne významne horšia ako priemer žiakov GYM.

Zastúpenie žiakov SOŠ podľa zriaďovateľa bolo výrazne nerovnomerné v prospech žiakov štátnych škôl (95,3 %). Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov cirkevných SOŠ a žiakov súkromných SOŠ bol mierne vecne významný. Priemerná úspešnosť žiakov cirkevných SOŠ bola silne vecne významne horšia ako priemer žiakov SOŠ. (Tab. 11).

Tab. 11 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa zriaďovateľa a priemeru žiakov SOŠ v MAT13

		Priemer SOŠ = 37,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	štátne školy	2 711	37,6	0,521	0,012
	súkromné školy	108	35,6	0,257	0,110
	cirkevné školy	26	27,4	0,000	0,631

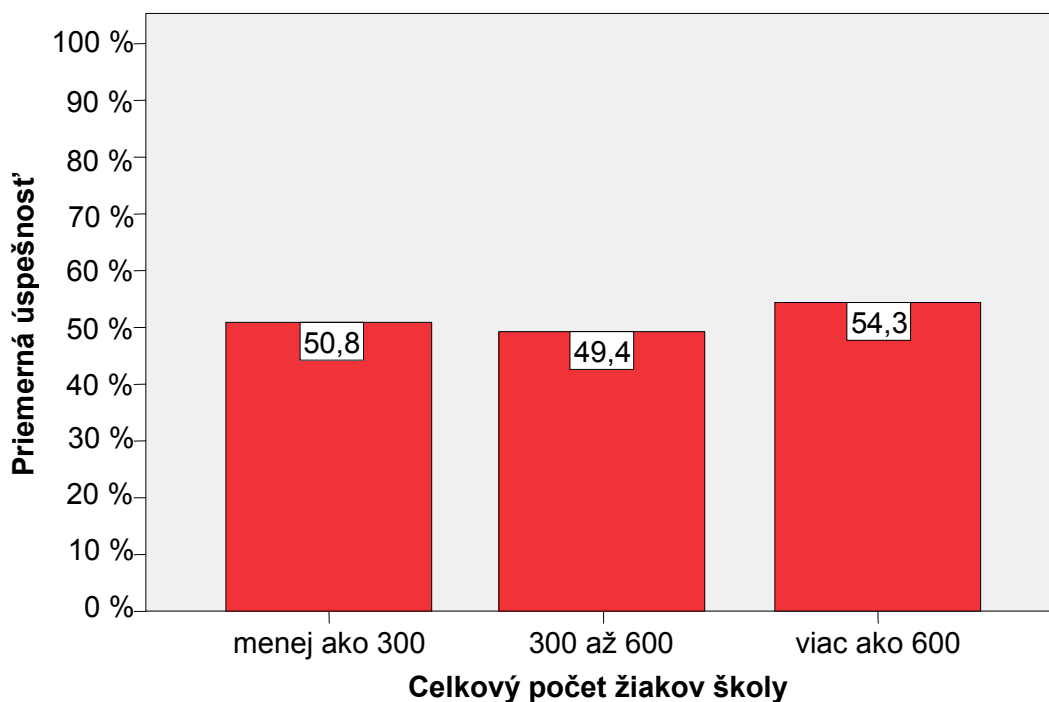


Obr. 4 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 a jeho častiach podľa druhu školy

Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov GYM (58,1 %) a žiakov SOŠ (37,4 %) bol silne vecne významný. Slabší priemerný výkon žiakov SOŠ v porovnaní so žiakmi GYM potvrdzuje aj odchýlka priemernej úspešnosti žiakov SOŠ od národného priemeru, ktorá bola silne vecne významná ($r = 0,667$, Tab. 18).

Priemerná úspešnosť v otvorených ÚKO bola vyššia ako priemerná úspešnosť v uzavretých ÚVO u žiakov oboch druhov stredných škôl. Celková priemerná úspešnosť všetkých žiakov v otvorených ÚKO bola 53,3 %, celková priemerná úspešnosť všetkých žiakov v uzavretých ÚVO bola 44,7 %.

Priemerná úspešnosť žiakov škôl s rôznym celkovým počtom žiakov bola porovnateľná (Obr. 5). Rozdiely priemernej úspešnosti žiakov škôl s rozdielnym celkovým počtom žiakov neboli vecne významné.



Obr. 5 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa celkového počtu žiakov školy

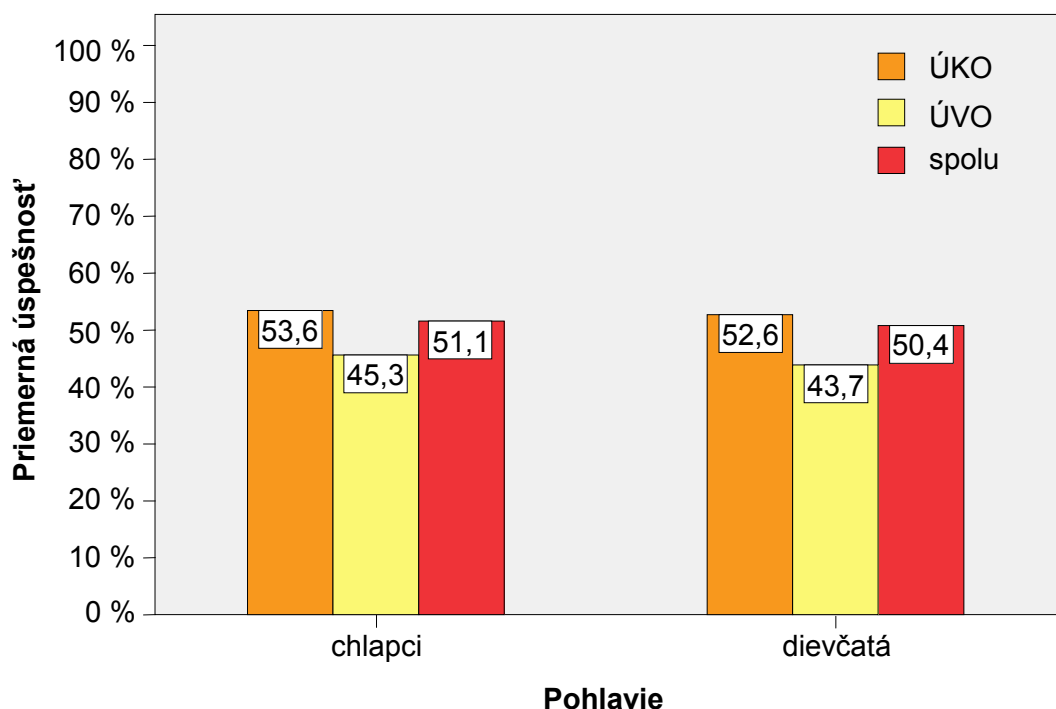
Tab. 12 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa celkového počtu žiakov školy a priemeru žiakov GYM v MAT13

		Priemer GYM = 58,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	menej ako 300	1 181	55,5	0,000	0,140
	300 až 600	2 601	58,8	0,017	0,047
	viac ako 600	1 576	58,6	0,127	0,038

Priemerná úspešnosť žiakov GYM s rôznym celkovým počtom žiakov sa nelíšila od priemeru žiakov GYM. Obdobne, priemerná úspešnosť žiakov SOŠ s rôznym celkovým počtom žiakov sa nelíšila od priemeru žiakov SOŠ (Tab. 13).

Tab. 13 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa celkového počtu žiakov školy a priemeru žiakov SOŠ v MAT13

		Priemer SOŠ = 37,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	menej ako 300	411	37,1	0,714	0,018
	300 až 600	1 970	36,9	0,184	0,030
	viac ako 600	464	39,7	0,001	0,155



Obr. 6 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa pohlavia

Rozdiel priemerných úspešností žiakov podľa pohlavia bol zanedbateľný, priemerné výsledky chlapcov (51,1 %) a dievčat (50,4 %) boli takmer rovnaké, nelíšili sa ani od národného priemeru. Mierne úspešnejší, podobne ako v ostatných rokoch, s výnimkou vlaňajšieho roka, boli chlapci.

Tab. 14 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa pohlavia a priemeru žiakov GYM v MAT13

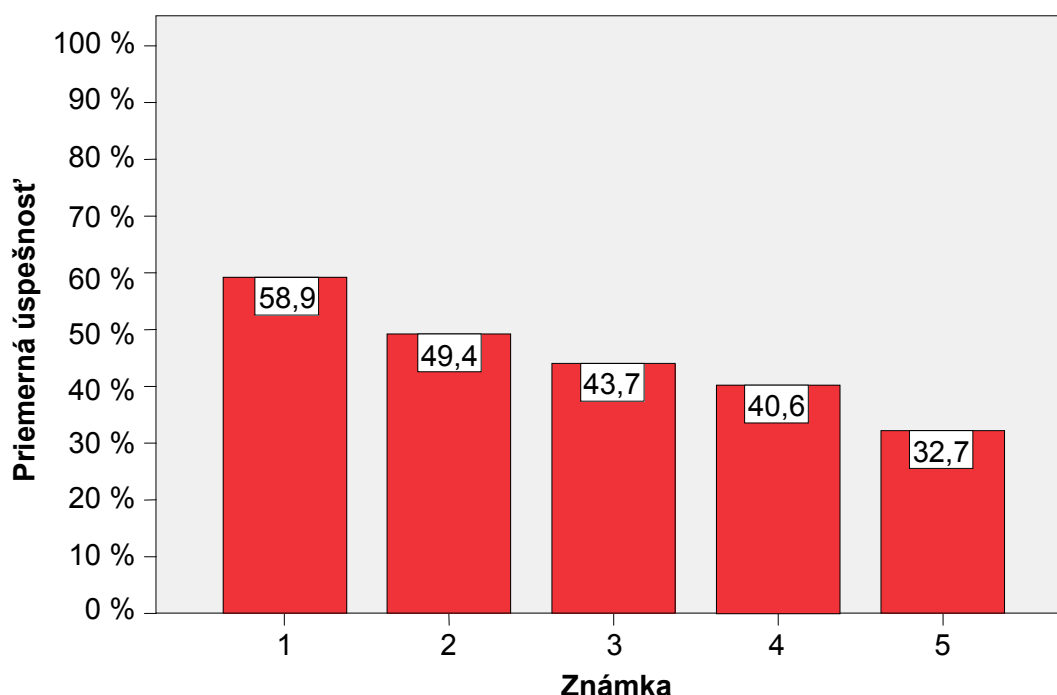
		Priemer GYM = 58,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	chlapci	3 266	59,3	0,000	0,077
	dievčatá	2 092	56,0	0,000	0,116

Priemerná úspešnosť chlapcov a dievčat z GYM sa nelíšila od priemeru žiakov GYM.

Tab. 15 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa pohlavia a priemeru žiakov SOŠ v MAT13

		Priemer SOŠ = 37,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	chlapci	2 154	38,7	0,000	0,083
	dievčatá	694	33,6	0,000	0,253

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



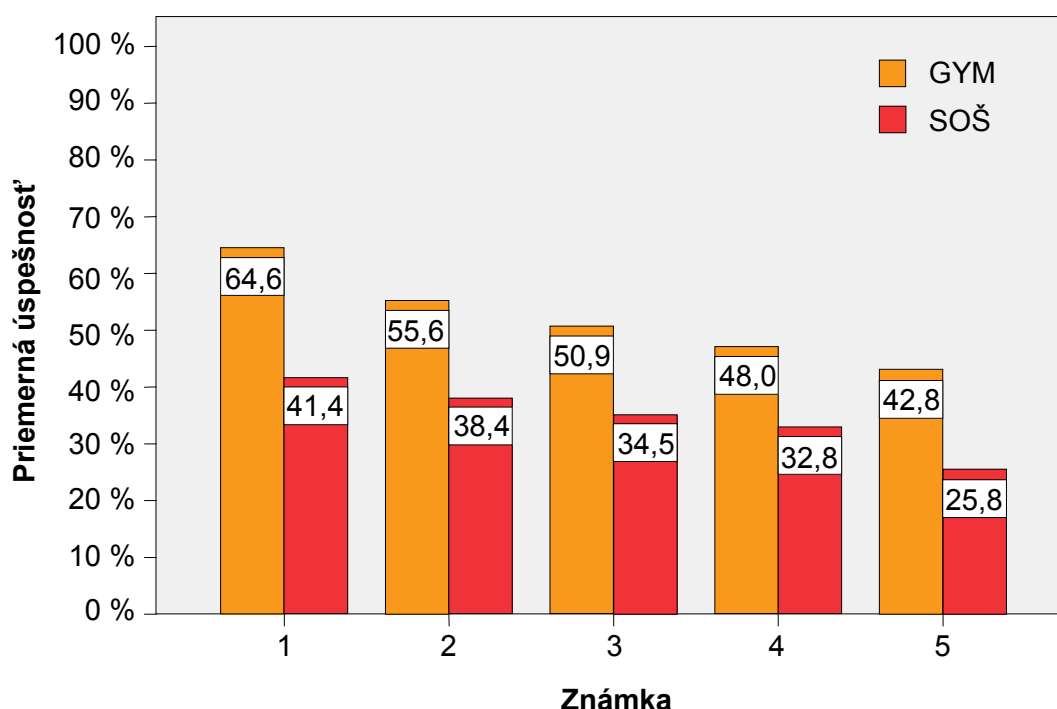
Obr. 7 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa polročnej známky z matematiky

Priemerná známka žiakov z predmetu matematika bola 2,01. Korelácia (vzájomný vzťah) medzi známkou z matematiky a úspešnosťou žiaka v MAT13 bola iba stredná ($r = 0,338$).

Priemerná úspešnosť jednotkárov bola vyššia ako národný priemer, priemerná úspešnosť žiakov s ostatnými známkami na polročnom vysvedčení z matematiky bola nižšia ako národný priemer. Napriek tomu, že test MAT13 dobre rozlíšil testovaných žiakov a splnil svoj cieľ rozlišovacieho NR testu (potvrdzujú to údaje na Obr. 1 a v Tab. 5), priemerná úspešnosť všetkých skupín žiakov rozdelených podľa známky z matematiky bola v úzkom intervale od 32,7 % do 58,9 % okolo hodnoty 50 %. Ani najlepšia skupina žiakov so známkou 1 nedosiahla vysokú priemernú úspešnosť, napríklad nad 80 %. Každá skupina podľa polročného hodnotenia z matematiky teda obsahovala žiakov s vysokou, priemernou aj nízkou úspešnosťou v teste MAT13, pričom v skupine s hodnotením 1 bolo najviac v teste celkove úspešných žiakov, naopak v skupine s hodnotením 5 bola prevaha žiakov s nízkou úspešnosťou.

Úspešné vyriešenie testu MAT13 zrejme vyžadovalo iné zloženie matematických znalostí a zručností, než aké hodnotili známkou učitelia. Vzájomný vzťah úspešnosti žiakov v MAT13 a ich známkou na polročnom vysvedčení z predmetu matematika preto treba interpretovať opatrne s prihliadnutím na vstupné údaje. Napríklad polročná známka žiaka GYM

z matematiky vyjadruje podľa učebného plánu ISCED 3A a štátneho vzdelávacieho programu hodnotenie práce žiaka na jednej hodine matematiky týždenne z vybranej časti jedného tematického celku Štatistika. Test MAT13 však vyžaduje znalosti zo všetkých tematických celkov v celom rozsahu Cieľových požiadaviek na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. Vhodnejším vstupným údajom namiesto známky z povinného predmetu matematika, ktorý nesúvisí s prípravou žiaka na MS, by preto pravdepodobne bola známka z výberového predmetu s matematickým zameraním, na ktorom sa žiak pripravuje na maturitu z matematiky. Absolvovanie takéhoto predmetu však pre žiaka nie je povinné.



Obr. 8 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa známky z matematiky a druhu školy

Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 podľa polročného hodnotenia z predmetu matematika sa značne líšila v závislosti od druhu školy. Žiaci SOŠ dosiahli v porovnaní so žiakmi GYM s rovnakým hodnotením na polročnom vysvedčení nižšiu priemernú úspešnosť. Priemerná úspešnosť každej skupiny žiakov GYM a SOŠ, ešte aj skupín s polročnou známkou 5, bola vyššia ako 25,0 %. Priemerná úspešnosť všetkých žiakov SOŠ, okrem skupiny žiakov s hodnotením 5 (0,9 % žiakov SOŠ riešiacich test MAT13), bola v úzkom intervale od 32,8 % do 41,4 %. Posledné hodnotenie žiakov SOŠ z matematiky teda takmer nemalo vplyv na úspešnosť žiakov SOŠ v MAT13. Pre všetky skupiny žiakov SOŠ bol test MAT13 takmer rovnako náročný alebo v každej skupine žiakov sa nachádzali žiaci šikovní aj menej šikovní a preto korelácia (vzájomný vzťah) medzi posledným hodnotením žiakov z matematiky a úspešnosťou žiakov SOŠ v MAT13 bola slabá ($r = 0,208$).

Úspešnosť žiakov GYM v MAT13 oveľa lepšie zodpovedala predpokladom polročného hodnotenia z matematiky. Korelácia (vzájomný vzťah) medzi známkou z matematiky a úspešnosťou v MAT13 bola u žiakov GYM vyššia, dosiahla hodnotu $r = 0,338$.

Tab. 16 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov GYM podľa známky z matematiky a priemeru žiakov GYM v MAT13

		Priemer GYM = 58,1 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
GYM	1	2 246	64,6	0,000	0,381
	2	1 771	55,6	0,000	0,147
	3	1 038	50,9	0,000	0,390
	4	283	48,0	0,000	0,523
	5	18	42,8	0,001	0,699

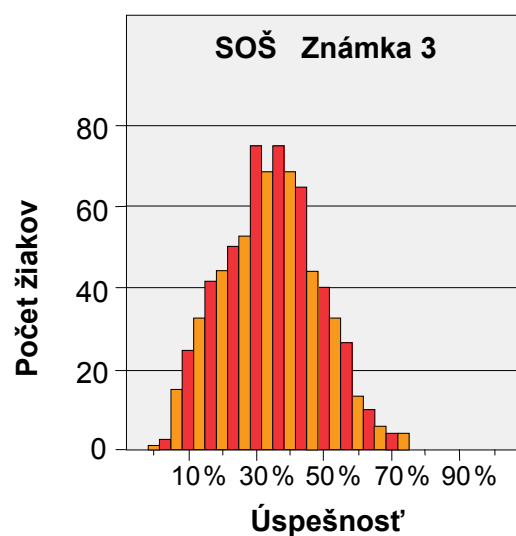
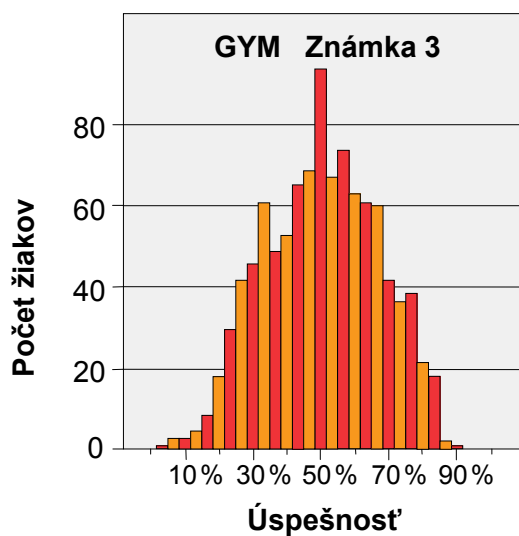
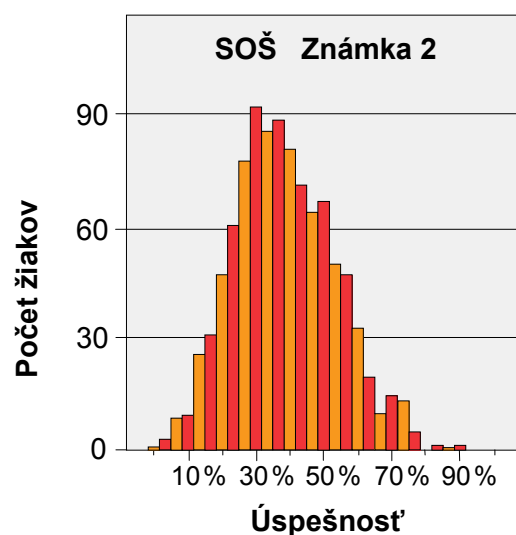
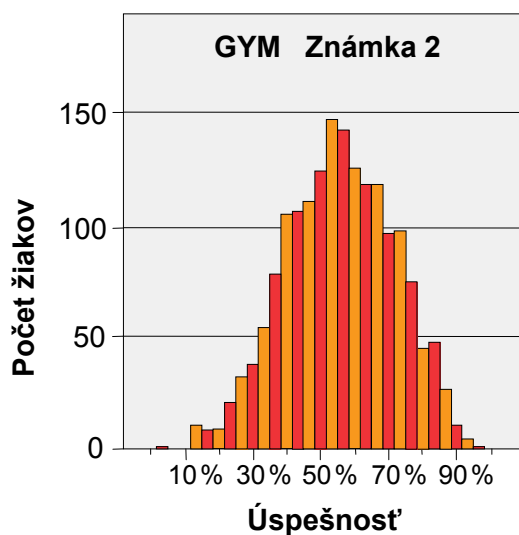
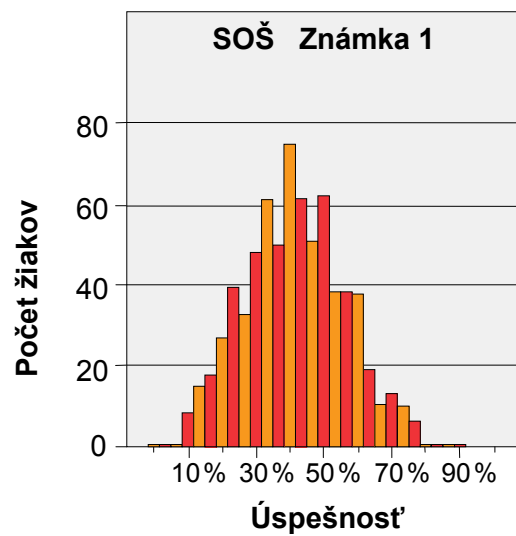
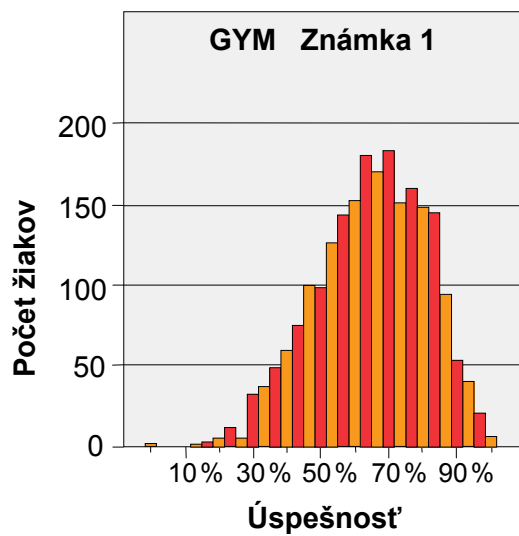
Tab. 17 Porovnanie priemernej úspešnosti žiakov SOŠ podľa známky z matematiky a priemeru žiakov SOŠ v MAT13

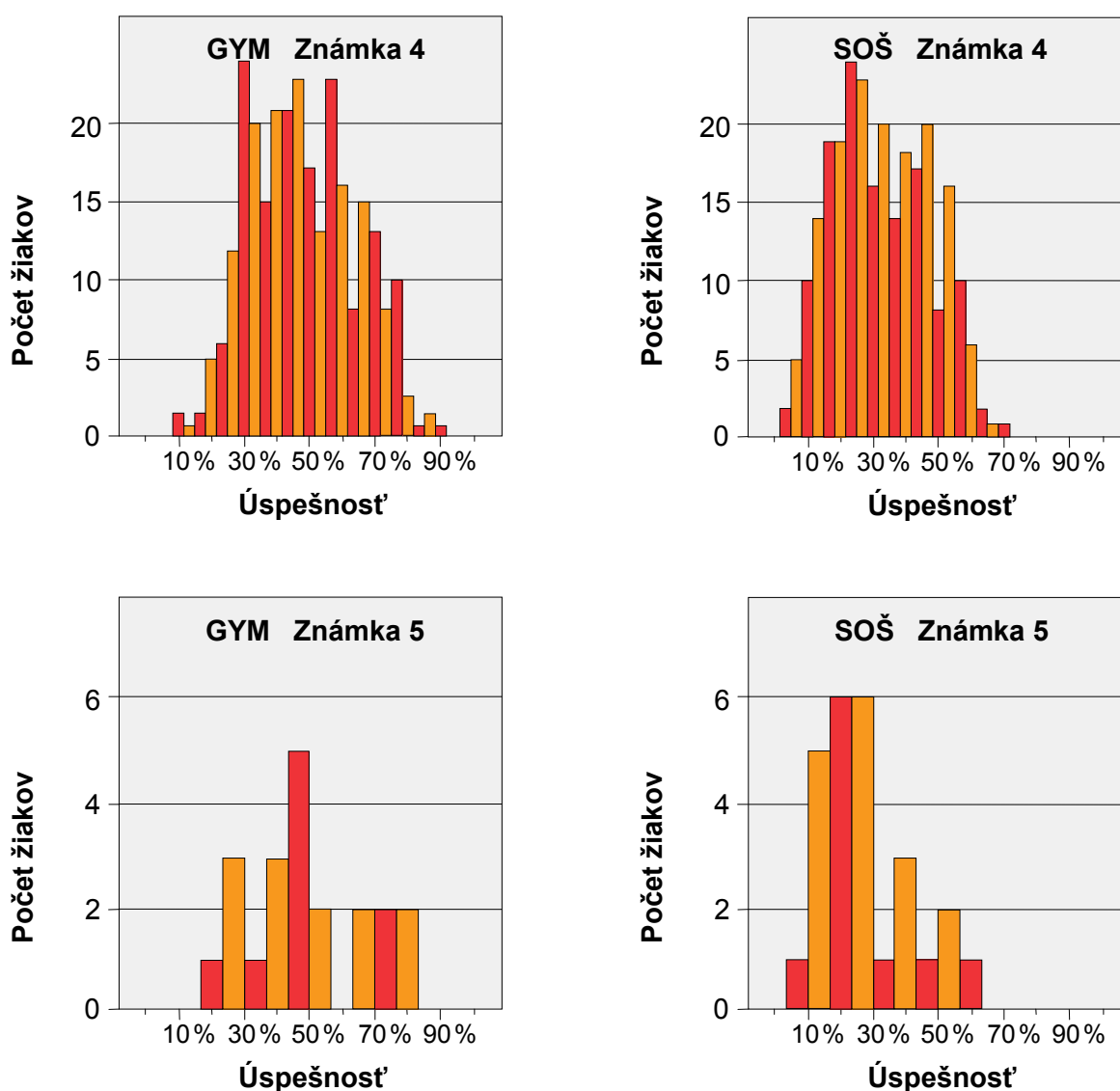
		Priemer SOŠ = 37,4 %			
		Počet žiakov	Priemerná úspešnosť %	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
SOŠ	1	736	41,4	0,000	0,252
	2	1 013	38,4	0,037	0,066
	3	802	34,5	0,000	0,201
	4	266	32,8	0,000	0,301
	5	26	25,8	0,000	0,655

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

Priemerná úspešnosť žiakov GYM so známkou 1 bola stredne vecne významne lepšia a žiakov GYM so známkou 3 stredne vecne významne horšia ako priemer žiakov GYM. Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov GYM so známkou 4 a 5 a priemeru žiakov GYM bol silne vecne významný.

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





Obr. 9 Histogramy rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov v MAT13 podľa známky z matematiky a druhu školy

Histogramy rozloženia početností percentuálnych úspešností žiakov v MAT13 podľa známky z matematiky dokladujú veľkú variabilitu úspešností žiakov s rovnakým polročným hodnotením z matematiky. Takmer v každej skupine sa nachádzali žiaci v teste celkove úspešní aj žiaci celkove v teste menej úspešní. V skupine jednotkárov GYM aj SOŠ bola početná skupina žiakov s úspešnosťou nižšou ako 50 %, dokonca žiaci s úspešnosťou nižšou ako 33 % a 25 %. Naopak, v skupinách s polročným hodnotením 5 bolo spolu 11 žiakov s úspešnosťou 50 % a vyššou. Úspešnosť 25 % a viac dosiahlo 95,2 % žiakov GYM so známkou 5 a 53,8 % žiakov SOŠ s rovnakým hodnotením. Maximálnu úspešnosť 100 % dosiahli iba žiaci GYM so známkou 1. Jeden žiak GYM so známkou 4 dosiahol úspešnosť 90 %. Najúspešnejší žiaci SOŠ dosiahli úspešnosť 90 %.

Tab. 18 Významnosť rozdielu priemernej úspešnosti žiakov v MAT13 podľa kategórií a národného priemeru

		Národný priemer = 50,9 %		
		Počet žiakov	Štatistická významnosť	Vecná významnosť
Kraj	BA	1 015	0,000	0,170
	TT	673	0,000	0,151
	TN	914	0,036	0,069
	NR	804	0,036	0,074
	ZA	1 394	0,000	0,119
	BB	937	0,000	0,244
	PO	1 237	0,003	0,084
	KE	1 229	0,199	0,037
Zriaďovateľ	štátne školy	7 244	0,517	0,008
	súkromné školy	289	0,243	0,069
	cirkevné školy	670	0,003	0,116
Druh školy	GYM	5 417	0,000	0,382
	SOŠ	2 786	0,000	0,667
Celkový počet žiakov školy	menej ako 300	1 592	0,821	0,006
	300 až 600	4 571	0,000	0,075
	viac ako 600	2 040	0,000	0,187
Pohlavie	chlapci	5 744	0,384	0,012
	dievčatá	3 009	0,198	0,024
Známka	1	2 982	0,000	0,391
	2	2 784	0,000	0,088
	3	1 840	0,000	0,375
	4	549	0,000	0,511
	5	44	0,000	0,738

Rozdiel priemernej úspešnosti žiakov Banskobystrického kraja a národného priemeru bol mierne vecne významný. Rozdiely priemerných úspešností žiakov škôl rôznych zriaďovateľov a národného priemeru neboli vecne významné. Vyššia priemerná úspešnosť žiakov GYM v porovnaní s národným priemerom bola stredne vecne významná, nižšia priemerná úspešnosť žiakov SOŠ bola silne vecne významná. Priemerné úspešnosti žiakov škôl s rôznym celkovým počtom žiakov a priemerné výkony chlapcov a dievčat sa nelíšili od národného priemeru. Priemerné úspešnosti jednotkárov a trojkárov sa stredne vecne významne líšili od národného priemeru, rozdiely v priemernej úspešnosti žiakov so známkou 4 a 5 a národného priemeru boli silne vecne významné.

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

3.1 Porovnanie variantov testu

Zo štatistických vyhodnotení vyplýva, že administrácia variantov testu 8103 a 8706 bola proporčná zo všetkých hľadísk (kraj, zriaďovateľ, druh školy, pohlavie). Porovnateľné boli aj dosiahnuté priemerné úspešnosti žiakov a reliability variantov testu (Cronbachovo alfa).

Tab. 19 Porovnanie variantov testu MAT13

		Počet administrovaných testov	Priemerná úspešnosť %	Štandardná odchýlka	Cronbachovo alfa
Variant	8103	4 118	50,9	19,1	0,840
	8706	4 085	50,9	19,4	0,846

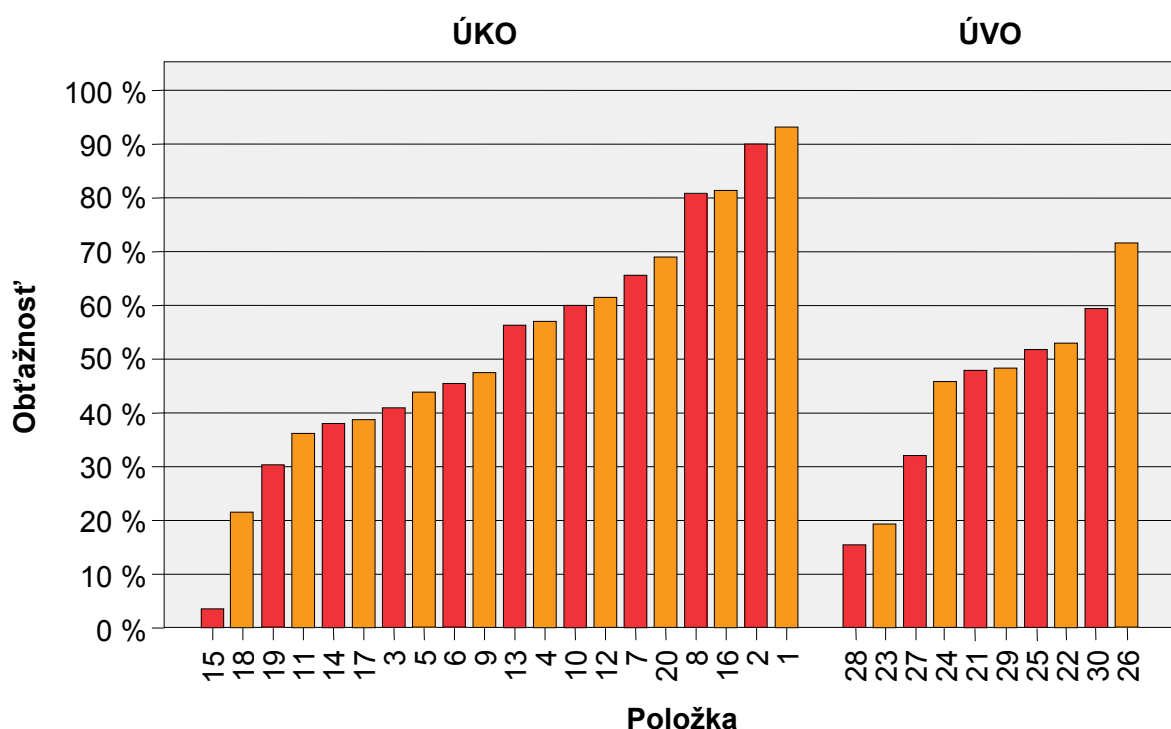
Vecná významnosť rozdielov obťažností zodpovedajúcich položiek podľa variantu testu bola zanedbateľná. Poradie úloh v teste teda nemalo vplyv na úspešnosť ich riešenia žiakmi a preto považujeme varianty testu MAT13 za ekvivalentné. V nasledujúcich štatistických vyhodnoteniach, v ktorých sledujeme vlastnosti jednotlivých položiek, sme na štatistické spracovanie použili zástupný variant 8103, ktorému zodpovedá aj číslovanie položiek.

3.2 Obťažnosť položiek

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

Žiaci boli najúspešnejší v slovných úlohách z rôznych oblastí matematiky, ktorých riešenie sa dalo získať krátkym, jednoduchým výpočtom (č. 1 – určiť neznáme číslo na základe slovného opisu vykonávaných matematických operácií s neznámym číslom, č. 2 – vypočítať objem nádrže tvaru kvádra, č. 7 – určiť rozdiel dvoch čísel s rôznou formou zápisu, č. 8 – zistiť počet žiakov s jednotkou z matematiky na vysvedčení). Úspešní boli aj pri riešení úloh z planimetrie, v ktorých potrebovali vypočítať dĺžku strany útvaru (č. 12 – určiť dĺžku prepony pravouhlého trojuholníka, č. 16 – vypočítať dĺžku strany štvoruholníka využitím Pytagorovej vety), pri určení pravdivostnej hodnoty zloženého výroku (č. 26) a pri výbere správnej hracej kocky podľa znázornenej siete kocky (č. 30).

S nižšou úspešnosťou žiaci riešili rôzne druhy rovníc a nerovníc (č. 14 – zistiť najmenšie celé číslo vyhovujúce kvadratickej nerovnici, č. 21 – určiť počet koreňov základnej goniometrickej rovnice, č. 24 – zistiť súradnice priesečníkov kvadratickej a lineárnej funkcie, č. 29 – určiť počet koreňov lineárnej nerovnice s absolútnou hodnotou) a úlohy z analytickej geometrie v rovine (č. 4 – vypočítať polomer kružnice určenej všeobecnou rovnicou, č. 17 – určiť súradnice vrcholov rovnostranného trojuholníka). Najnižšiu úspešnosť žiaci dosiahli v geometrických výpočtových úlohách (č. 19 – vypočítať veľkosť uhla strany a podstavy kužeľa, č. 28 – určiť pomer objemu časti kocky a pravidelného osemstena), v úlohách z kombinatoriky a pravdepodobnosti v reálnych životných situáciách (č. 15 – určiť počet rôznych poradí tenisových tréningov žiakov, č. 23 – zistiť pravdepodobnosť výhry aspoň jedného z dvoch žrebov) a v úlohách využívajúcich grafy funkcií (č. 27 – vybrať funkcie rastúce na celom svojom definičnom obore).



Obr. 10 Obťažnosť položiek v jednotlivých častiach testu MAT13 – 8103 (položky sú usporiadané vzostupne podľa hodnoty obťažnosti)

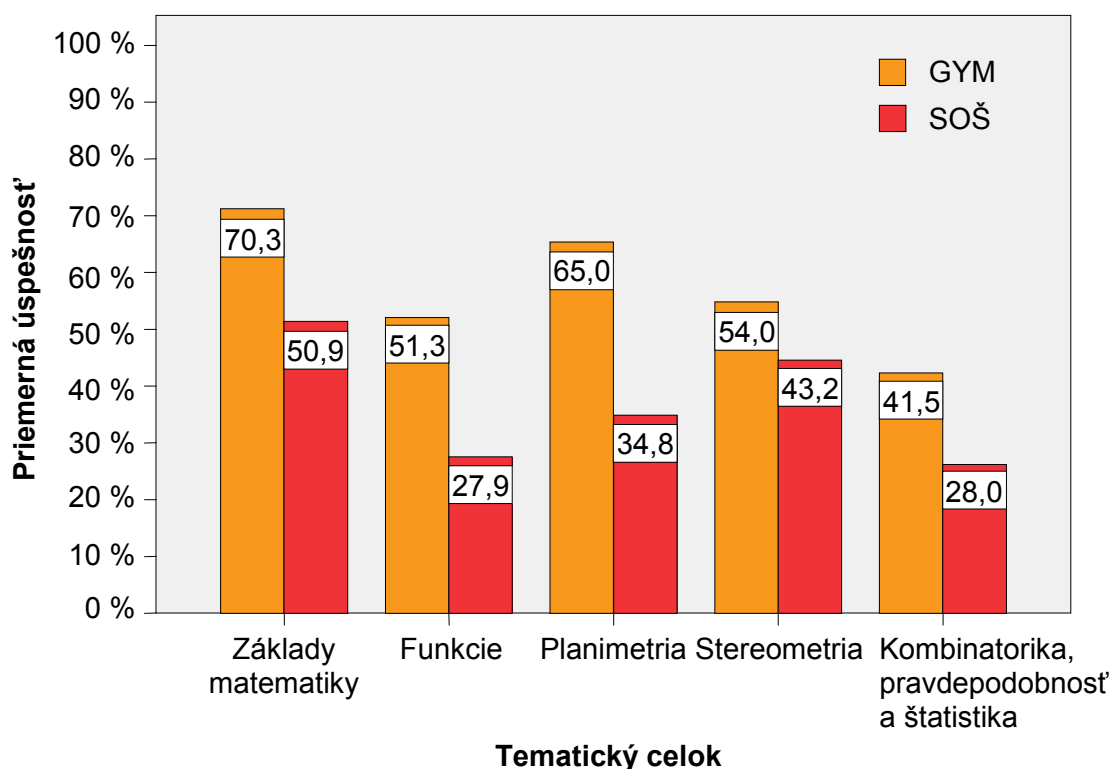
3.2.1 Obťažnosť položiek podľa tematického celku

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

Tab. 20 Rozdelenie položiek testu MAT13 – 8103 podľa tematického celku

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

Najvyššiu priemernú úspešnosť žiaci dosiahli v tematických celkoch Základy matematiky (63,5 %), Planimetria (54,5 %) a Stereometria (50,2 %), nasledovali celky Funkcie (43,2 %) a Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika (36,8 %).



Obr. 11 Priemerná úspešnosť žiakov MAT13 – 8103 podľa tematického celku a druhu školy

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

Tab. 21 Charakteristiky položiek tematického celku Základy matematiky testu MAT13 – 8103

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
1.	1.2 Zapísať slovný text algebraicky	jednoduchá	ľahká	92,5
7.	1.2 Číslo v dekadickom zápise	zložitejšia	ľahká	66,3
10.	1.4 Logaritmická rovnica	zložitejšia	stredná	59,9
14.	1.4 Kvadratická nerovnica	zložitejšia	stredná	38,5
20.	1.3 Využitie prvočíselného rozkladu	zložitejšia	náročná	69,0
26.	1.1 Pravdivostná hodnota výrokov	jednoduchá	ľahká	71,4
29.	1.4 Nerovnica s absolútnou hodnotou	zložitejšia	náročná	48,4

Úspešnosť žiakov v položkách tematického celku Základy matematiky zodpovedala kognitívnej náročnosti a obťažnosti položiek. Žiaci SOŠ dosiahli oveľa nižšiu úspešnosť ako žiaci GYM v položkách č. 10, 14 a 29 vyžadujúcich algebraickú zručnosť pri riešení rovníc a nerovníc. Úlohu č. 20 žiaci zvládli s oveľa väčšou úspešnosťou ako predpokladali autori.

Tab. 22 Charakteristiky položiek tematického celku Funkcie testu MAT13 – 8103

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
3.	2.4 Rastúca geometrická postupnosť	zložitejšia	stredná	40,6
9.	2.2 Predpis lineárnej funkcie	zložitejšia	stredná	48,2
12.	2.2 Členy aritmetickej postupnosti	zložitejšia	stredná	61,9
18.	2.2 Súčet členov aritmetickej post.	tvorivá	náročná	21,6
21.	2.5 Goniometrická funkcia sínus	zložitejšia	stredná	48,1
24.	2.2 Priesečníky grafov funkcií	zložitejšia	stredná	46,6
27.	2.1 Monotónnosť základných funkcií	zložitejšia	stredná	32,0

Medzi úlohami tematického celku Funkcie neboli úlohy s predpokladanou obťažnosťou ľahká, čo mohlo byť jednou z príčin nízkej úspešnosti žiakov pri riešení úloh tohto tematického celku. Úloha č. 9 odhalila u žiakov SOŠ slabú znalosť vzťahu medzi predpisom lineárnej funkcie, koeficientmi v predpise lineárnej funkcie a smernicou grafu funkcie. Úloha č. 18 zaskočila väčšinu žiakov svojou netradičnosťou. Úlohu správne vyriešila iba približne pätina žiakov, viac ako tretina žiakov neuviedla žiadnu odpoveď. Predpokladáme, že veľa žiakov si pomýlilo aj pojmy súčet strán knihy a súčet čísel strán knihy. Veľká časť žiakov v teste celkovo úspešných bola nepozorná pri určovaní odpovede na úlohu č. 21. Napriek otvorenému intervalu v zadaní úlohy určila hraničnú hodnotu -570° ako koreň rovnice v zadaní. Určenie lineárnej lomenej funkcie ako rastúcej funkcie na celom svojom definičnom obore takmer tretinou žiakov (väčšinou v teste celkovo úspešných) v úlohe č. 27 poukázalo na nedôsledné a neúplné vyučovanie a osvojenie pojmu monotónnosť funkcie v školách.

Tab. 23 Charakteristiky položiek tematického celku Planimetria testu MAT13 – 8103

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
4.	3.2 Kružnica určená všeob. rovnicou	zložitejšia	ľahká	57,6
6.	3.1 Kosínusová veta	zložitejšia	stredná	46,4
11.	3.4 Využitie podobnosti trojuholníkov	zložitejšia	náročná	36,5
13.	3.1 Obsah mnohoúhelníka	zložitejšia	ľahká	56,8
16.	3.1 Pytagorova veta	zložitejšia	stredná	81,4
17.	3.2 Analytická geometria v rovine	zložitejšia	náročná	39,0
22.	3.1 Obvod a obsah kruhu	zložitejšia	ľahká	52,4

Žiaci GYM riešili položky tematického celku Planimetria podľa predpokladov autorov testu, s oveľa vyššou priemernou úspešnosťou ako žiaci SOŠ. Výrazne nízku priemernú úspešnosť (menej ako 20 %) dosiahli žiaci SOŠ pri riešení položiek č. 4, 6, 11 a 17 vyžadujúcich algebraické výpočty. Pri položke č. 22 sme opäť zaznamenali nepozornosť pri výbere odpovede, keď 30 % žiakov zrejme úlohu vyriešilo správne, ale namiesto priemeru kruhu zvolilo ako odpoveď vypočítaný polomer kruhu.

Tab. 24 Charakteristiky položiek tematického celku Stereometria testu MAT13 – 8103

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
2.	4.5 Objem kvádra	zložitejšia	ľahká	89,9
19.	4.5 Veľkosť uhla v kuželi	zložitejšia	náročná	30,7
25.	4.5 Povrch ihlana	tvorivá	ľahká	51,8
28.	4.5 Objem pravidelného osemstena	tvorivá	stredná	17,6
30.	4.1 Sieť hracej kocky	zložitejšia	náročná	59,6

Najnižšiu priemernú úspešnosť medzi úlohami tematického celku Stereometria žiaci dosiahli v úlohe č. 28. Predpokladáme však, že aj 28 % žiakov (v teste celkove úspešných), ktorí si vybrali distraktor (D), riešilo úlohu správnym postupom, iba v závere vynechalo posledný krok riešenia a ako odpoveď uviedlo pomer objemu celej kocky a objemu osemstena.

Tab. 25 Charakteristiky položiek tematického celku Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika testu MAT13 – 8103

Číslo	Zaradenie úlohy podľa Katalógu cieľových požiadaviek	Predpokladaná		Dosiahnutá obťažnosť %
		kognitívna n.	obťažnosť	
5.	5.2 Medián súboru	jednoduchá	ľahká	43,9
8.	5.2 Využitie aritmetického priemeru	zložitejšia	stredná	80,6
15.	5.1 Počet rôznych poradí hráčov	tvorivá	náročná	3,7
23.	5.1 Pravdepodobnosť výhry žrebov	zložitejšia	ľahká	19,4

Najnižšiu priemernú úspešnosť žiaci dosiahli v položkách z tematického celku Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika. Úspešne zvládli iba úlohu č. 8 zameranú na aritmetický priemer. Položku č. 5 vyžadujúcu správne prečítanie údajov z tabuľky a následné vypočítanie mediánu súboru s párnym počtom prvkov úspešne zodpovedal iba asi každý druhý žiak GYM a každý piaty žiak SOŠ. Možnou príčinou neúspechu žiakov mohli byť neschopnosť správne interpretovať údaje z grafu alebo neznalosť pojmu medián a jeho výpočtu v súbore s párnym počtom prvkov. Žiaci dosiahli nízku úspešnosť aj pri výpočte pravdepodobnosti výhry žrebov v úlohe č. 23, čo mohlo byť spôsobené výskytom veľkých čísel v zadaní úlohy, vysokou mierou abstraktnosti obsahu úlohy, prípadne nemožnosťou vykonania skúšky vypočítaného výsledku.

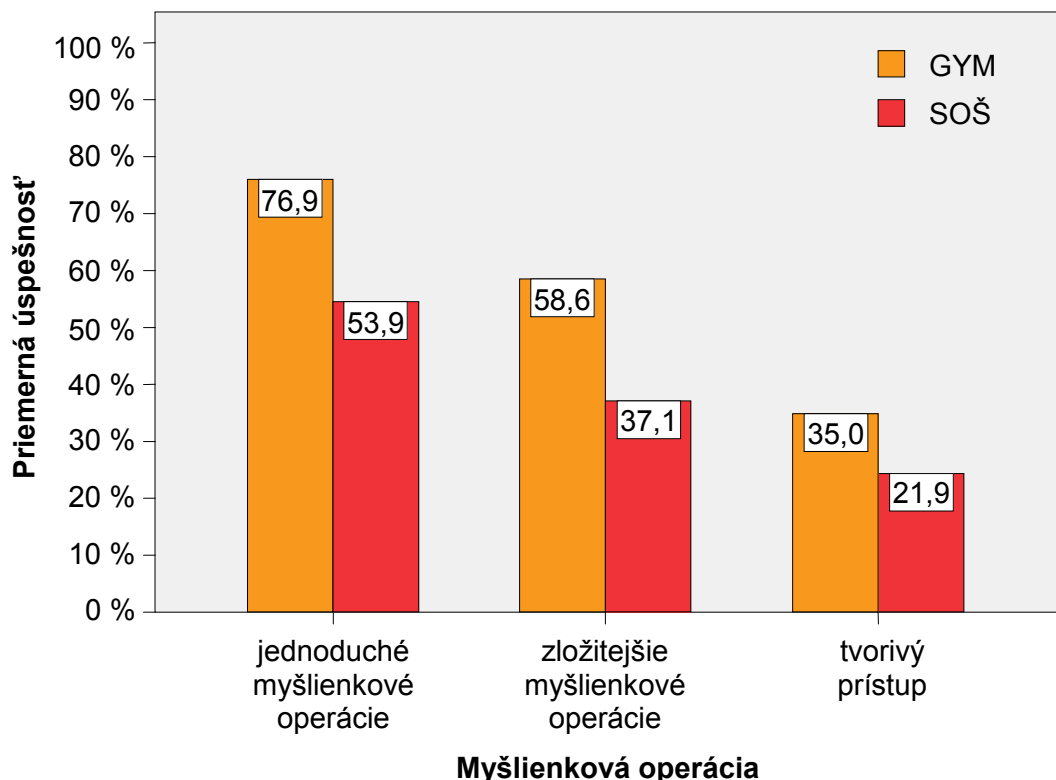
Úlohu č. 15 z kombinatoriky vyriešilo iba 3,7 % žiakov, z toho 5,5 % žiakov GYM a iba 0,2 % žiakov SOŠ. Necelá štvrtina žiakov na položku neuviedla odpoveď. Podmienkou úspešného zvládnutia úlohy bolo správne analyzovať zadanie, skonfrontovať ho s časovými údajmi v tabuľke, určiť možné termíny tréningu konkrétneho hráča uvedeného v zadaní úlohy a následne dopočítať pomocou pravidla súčinu a súčtu celkový počet možných poradí všetkých hráčov počas tréningu. Vyšší počet uvedených činností bol zrejme príčinou neúspechu žiakov pri riešení položky. Podobné úlohy (určiť počet rôznych možných rozsadení spolužiakov vedľa seba v lavici s viacerými stoličkami pri dodržaní zadaných podmienok, zistiť počet rôznych možností obsadenia miest v oddiele vozňa pri dodržaní stanovených podmienok, usporiadať knihy alebo iné predmety vedľa seba na policike podľa stanovených kritérií a podobne) dostupné učebnice a zbierky úloh z matematiky obsahujú.

3.2.2 Obtiažnosť položiek podľa náročnosti myšlienkovej operácie

V teste MAT13 boli podľa predpokladu autorov testu tri položky vyžadujúce jednoduché myšlienkové operácie (č. 1, 5 a 26), dvadsaťtri položiek vyžadujúcich zložitejšie myšlienkové operácie (č. 2 – 4, 6 – 14, 16, 17, 19 – 24, 27, 29 a 30) a štyri položky vyžadujúce tvorivý prístup (č. 15, 18, 25 a 28).

Tab. 26 Významnosť rozdielu priemerných úspešností žiakov podľa myšlienkovej operácie a druhu školy v MAT13 – 8103

Myšlienková operácia	Celková priemerná úspešnosť %	Vecná významnosť rozdielu priemerných úspešností žiakov GYM a SOŠ
jednoduché myšlienkové operácie	68,9	0,404
zložitejšie myšlienkové operácie	51,1	0,495
tvorivý prístup	30,9	0,208



Obr. 12 Priemerná úspešnosť žiakov v MAT13 – 8103 podľa myšlienkovej operácie a druhu školy

Priemerná úspešnosť žiakov v úlohách testu MAT13 s rastúcou náročnosťou myšlienkových operácií, potrebných na úspešné vyriešenie úlohy, klesala. Zastúpenie úloh vyžadujúcich od žiaka zložitejšie myšlienkové operácie bolo v rozlišovacom NR teste dominantné. Vecná významnosť rozdielov priemerných úspešností žiakov GYM a SOŠ, zohľadňujúca nerovnomerné rozdelenie počtu úloh podľa náročnosti myšlienkovej operácie, bola stredne vecne významná pri úlohách vyžadujúcich jednoduché a zložitejšie myšlienkové operácie a mierne vecne významná pri úlohách vyžadujúcich tvorivý prístup.

3.2.3 Obťažnosť položiek podľa druhu školy

Vecná významnosť rozdielov obťažností položiek podľa druhu školy bola silná (1 položka), stredná (6 položiek), mierna (7 položiek), veľmi mierna (9 položiek) až žiadna (7 položiek). Usporiadanie položiek podľa klesajúcej miery vecnej významnosti rozdielov obťažností podľa druhu školy uvádza Tab. 27.

Všetky položky testu MAT13 boli pre žiakov SOŠ obťažnejšie ako pre žiakov GYM, najmä úlohy, v ktorých bolo potrebné uskutočniť zložitejší výpočet s premennými a parametrami (č. 4, 10, 14, 24 a 29) a výpočtové úlohy z geometrie (č. 6, 9, 11, 12, 17 a 19).

Tab. 27 Obťažnosť položiek MAT13 – 8103 podľa druhu školy, vecná významnosť rozdielov

Položka	Obťažnosť %		Vecná významnosť
	GYM	SOŠ	
4.	76,6	22,0	0,527
6.	61,4	18,3	0,412
9.	61,7	23,1	0,368
11.	47,8	15,2	0,323
5.	55,6	22,0	0,322
26.	81,9	51,7	0,319
10.	71,2	38,6	0,317
17.	49,7	19,0	0,300
24.	56,8	27,7	0,278
14.	48,2	20,4	0,272
29.	58,0	30,5	0,262
12.	70,6	45,5	0,246
21.	56,8	31,9	0,238
19.	38,5	16,2	0,231
16.	87,1	70,6	0,202
25.	58,6	39,1	0,186
27.	38,3	20,4	0,183
3.	47,2	28,4	0,182
13.	63,3	44,7	0,179
22.	58,1	41,8	0,156
18.	25,7	13,9	0,137
15.	5,5	0,2	0,134
2.	92,5	85,1	0,118
23.	21,9	14,6	0,088
1.	94,1	89,6	0,081
8.	82,9	76,3	0,080
7.	69,0	61,3	0,078
20.	71,1	65,1	0,061
28.	18,2	16,4	0,023
30.	60,3	58,3	0,019

Štrnásť položiek testu MAT13 bolo pre žiakov GYM ľahkých až veľmi ľahkých. Naopak, jedenásť položiek testu bolo pre žiakov SOŠ obťažných a osem položiek až veľmi obťažných. V tretine položiek testu boli žiaci GYM aspoň dvojnásobne úspešnejší ako žiaci SOŠ. Konštatujeme, že test MAT13 bol pre žiakov SOŠ obťažný, žiaci naň neboli dostatočne pripravení a absolvovanie testu zrejme pre žiakov SOŠ nebolo príjemnou skúsenosťou.

3.2.4 Obťažnosť položiek podľa pohlavia

Vecná významnosť rozdielov obťažností položiek podľa pohlavia bola veľmi mierna (2 položky) až žiadna (28 položiek). Usporiadanie položiek podľa klesajúcej hodnoty vecnej významnosti rozdielov obťažností podľa pohlavia je zaznamenané v Tab. 28.

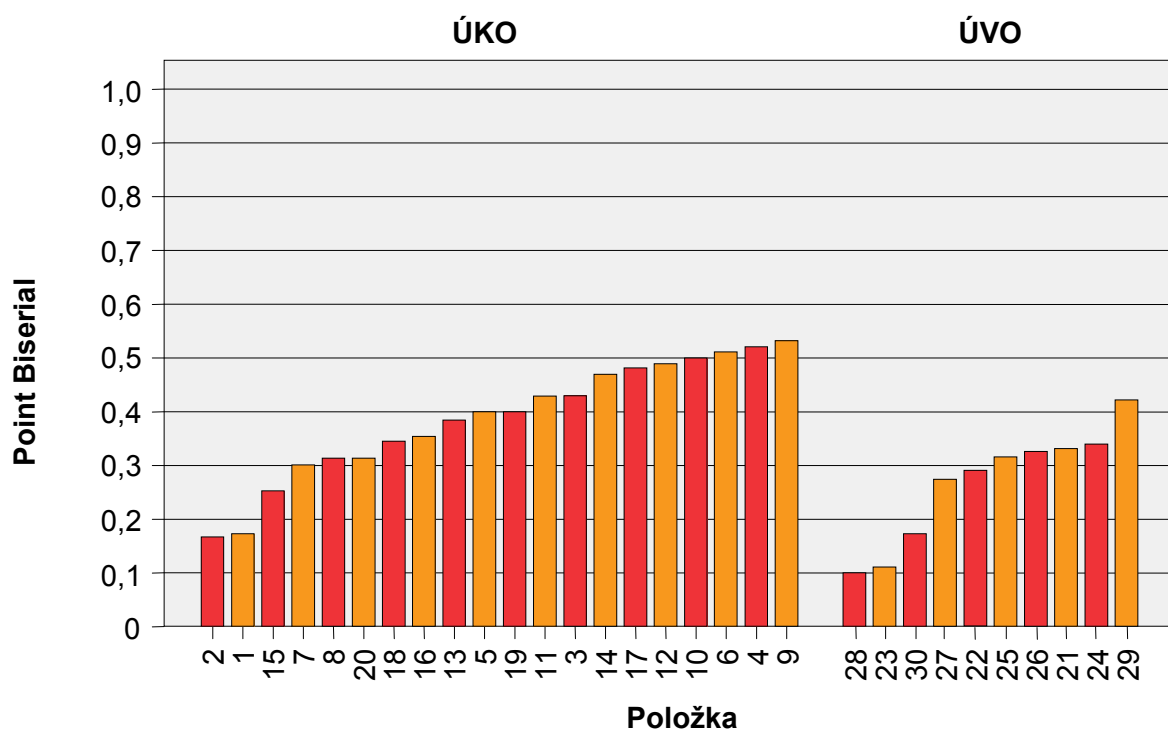
Chlapci dosiahli vyššiu priemernú úspešnosť ako dievčatá v šiestnástich položkách, v jednej položke bola priemerná úspešnosť chlapcov a dievčat rovnaká, v ostatných trinástich položkách boli úspešnejšie dievčatá. Najväčší rozdiel v úspešnosti riešenia úloh podľa pohlavia v prospech chlapcov bol v úlohách, v ktorých bolo možné zistiť správny výsledok okrem cieleného výpočtu aj pokusným hľadaním a overovaním možných výsledkov, aj s pomocou kalkulačky (č. 3, 7, 18 a 20) a v úlohách využívajúcich priestorovú predstavivosť a tvorbu stratégie riešenia (č. 25, 28 a 30). Dievčatá boli úspešnejšie v úlohách vyžadujúcich prácu s premennými (č. 4 a 6).

Tab. 28 Obťažnosť položiek MAT13 – 8103 podľa pohlavia a vecná významnosť rozdielov

Položka	Obťažnosť %		Vecná významnosť
	chlapci	dievčatá	
3.	45,9	30,7	0,147
4.	53,2	65,9	-0,122
20.	72,1	63,1	0,092
7.	69,0	61,4	0,077
28.	19,5	13,9	0,070
25.	54,0	47,9	0,061
30.	61,7	55,6	0,058
12.	63,9	58,1	0,056
18.	23,1	18,9	0,048
5.	42,3	46,9	-0,044
2.	89,0	91,7	-0,042
13.	58,4	53,9	0,042
26.	70,1	73,8	-0,038
6.	45,1	48,7	-0,034
23.	18,5	21,2	-0,032

Položka	Obťažnosť %		Vecná významnosť
	chlapci	dievčatá	
1.	92,1	93,4	-0,023
9.	47,7	49,8	-0,023
21.	48,9	46,5	0,023
29.	49,2	47,0	0,020
17.	39,6	37,9	0,017
24.	46,1	47,7	-0,015
16.	81,0	82,0	-0,012
15.	3,8	3,4	0,011
19.	31,1	30,1	0,010
10.	59,6	60,5	-0,009
27.	32,3	31,5	0,008
8.	80,8	80,3	0,006
11.	36,3	36,8	-0,005
14.	38,3	38,9	-0,005
22.	52,4	52,4	0,000

3.3 Korelácia položiek so zvyškom testu



Obr. 13 Point Biserial položiek v jednotlivých častiach testu MAT13 – 8103 (položky sú usporiadané vzostupne podľa hodnoty *P. Bis.*)

Päť položiek testu MAT13 dosiahlo kladnú hodnotu *P. Bis.* nižšiu ako kritická hodnota 0,20, štyri položky hodnotu medzi 0,20 a 0,30, zvyšných dvadsaťjeden položiek vyhovujúcu hodnotu *P. Bis.* vyššiu ako 0,30. Z nich dvanásť položiek dosiahlo hodnotu *P. Bis.* vyššiu alebo rovnú 0,40. Najvyššia dosiahnutá hodnota bola 0,53. Znamená to, že test bol reliabilný a vnútorne konzistentný, položky medzi sebou korelovali a merali rovnakú vlastnosť. Správne odpovede na položky s najvyššou hodnotou *P. Bis.* uvádzali väčšinou žiaci v teste celkove úspešní a naopak, úspešnosť žiaka v týchto položkách podmieňovala celkovú úspešnosť žiaka v teste.

Položky č. 1 a 2 dosiahli nízku hodnotu *P. Bis.*, pretože boli pre všetky skupiny žiakov veľmi ľahké (obťažnosť 90,0 % a viac). Takmer všetci žiaci na položky uviedli správnu odpoveď, bez ohľadu na úspešnosť v ostatných položkách a v teste celkove.

Položka č. 15 bola naopak pre väčšinu žiakov veľmi obťažná (obťažnosť 3,7 %). Takmer všetci žiaci na položku uviedli nesprávnu alebo žiadnu odpoveď, bez ohľadu na úspešnosť v ostatných položkách a v teste celkove.

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

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

Tab. 29 Analýza distraktorov položky č. 21 testu MAT13 – 8103

č. 21	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,20	– 0,21	– 0,13	0,33	0,04	– 0,06
Podiel žiakov	0,10	0,16	0,09	0,48	0,17	0,01
Počet žiakov	397	647	388	1 981	680	25

Žiaci, ktorí správne postupovali pri riešení rovnice v úlohe č. 21, si volili odpovede (D) a (E). Takmer polovica testovaných žiakov si vybrala správnu odpoveď (D). Podľa hodnoty *P. Bis.* 0,33 to boli najmä žiaci v teste celkove úspešní. Ostatní v teste celkove úspešnejší žiaci boli nepozorní pri určovaní odpovede a zvolili distraktor (E). Napriek otvorenému intervalu v zadaní úlohy určili ako koreň rovnice aj hraničnú hodnotu intervalu -570° , čím získali o jedno riešenie viac, ako bol skutočný počet koreňov rovnice.

Žiaci v teste celkove menej úspešní si volili distraktory (A), (B) a (C). Žiaci zrejme neuvažovali dva korene rovnice so záporným znamienkom a určili iba kladné korene rovnice, prípadne podľa prehľadnej tabuľky hodnôt goniometrických funkcií na zadnej strane testu alebo pomocou kalkulačky určili iba korene rovnice z prvého kvadrantu, čo viedlo k výberu odpovede (B) alebo (A). Podľa zápornej hodnoty *P. Bis.* pomerne vzdialenej od nuly usudzujeme, že žiaci v teste celkove úspešní si odpovede (A), (B) a (C) takmer nevolili.

Tab. 30 Analýza distraktorov položky č. 22 testu MAT13 – 8103

č. 22	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	0,29	– 0,03	– 0,16	– 0,22	– 0,16	– 0,06
Podiel žiakov	0,52	0,30	0,06	0,06	0,05	0,00
Počet žiakov	2 158	1 254	242	255	193	16

Žiaci, ktorí správne postupovali pri riešení úlohy č. 22, si volili odpovede (A) alebo (B). Správnu odpoveď (A) si vybrala viac ako polovica testovaných žiakov. Podľa hodnoty *P. Bis.* 0,29 to boli najmä žiaci v teste celkove úspešní. Žiaci, ktorí boli nepozorní pri čítaní zadania úlohy a namiesto priemeru kruhu uviedli ako odpoveď správne vypočítaný polomer kruhu, si vybrali distraktor (B). Úlohu správnym postupom riešilo celkove 82 % žiakov.

Ostatní, v teste menej úspešní žiaci, si volili v rovnakom pomere distraktory (C), (D) a (E). Zrejme použili nesprávne vzťahy pre obvod a obsah kruhu alebo urobili chyby pri úprave výrazov a počítaní so vzťahmi.

Tab. 31 Analýza distraktorov položky č. 23 testu MAT13 – 8103

č. 23	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,12	– 0,22	0,11	– 0,09	0,15	– 0,01
Podiel žiakov	0,08	0,10	0,19	0,05	0,56	0,01
Počet žiakov	344	425	799	202	2 312	36

Viac ako polovicu žiakov, väčšinou v teste celkove úspešných, pri výbere odpovede na položku č. 23 zlákal distraktor (E). Žiaci spočítali veľkosť pravdepodobnosti výhry žrebu z prvej lotérie (jedna tretina) s veľkosťou pravdepodobnosti výhry žrebu z druhej lotérie (dve pätiny). Nedomysleli však možnosť výhry oboch žrebov súčasne a v akej miere bola táto možnosť už zahrnutá vo veľkosti predchádzajúcich pravdepodobností.

Iba necelá pätina žiakov, väčšinou v teste celkove úspešných, vybrala správnu odpoveď (C). Úlohu správne vyriešili pomocou doplnkovej pravdepodobnosti (nevyhrá ani jeden žreb) alebo správne použili pravidlo súčinu a súčtu a spočítali veľkosti pravdepodobnosti troch vyhovujúcich možností (vždy jeden žreb vyhrá a zároveň druhý nevyhrá alebo vyhrajú oba žreby súčasne).

Zvyšok žiakov v teste celkove menej úspešných si volilo distraktory (A), (B) a (D). Záporné hodnoty *P. Bis.* distraktorov naznačujú, že žiaci v teste celkove úspešní si tieto distraktory nevolili. Predpokladáme, že žiaci správne zistili veľkosť pravdepodobnosti výhry žrebu v každej z lotérií, ďalej však tieto pravdepodobnosti nevedeli správne použiť na výpočet pravdepodobnosti výhry aspoň jedného žrebu.

Tab. 32 Analýza distraktorov položky č. 24 testu MAT13 – 8103

č. 24	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,13	0,34	– 0,12	– 0,15	– 0,09	– 0,08
Podiel žiakov	0,13	0,47	0,21	0,12	0,06	0,02
Počet žiakov	517	1 921	868	492	255	65

Väčšina žiakov v teste celkove úspešná určila na úlohu č. 24 správnu odpoveď (B). Žiaci správne vyriešili kvadratickú rovnicu, dopočítali chýbajúce súradnice priesečníkov a úspešne vybrali najväčšie číslo spomedzi štyroch vypočítaných čísel.

Žiaci v teste celkove menej úspešní si zvolili niektorý z distraktorov. Najfrekvencovanejší bol distraktor (C). Žiaci pri riešení kvadratickej rovnice zostavenej z predpisov funkcií zamenili znamienka vypočítaných koreňov, čím sa číslo 4 stalo najväčším z vypočítaných súradníc. Voľba zvyšných distraktorov bola spôsobená numerickou chybou pri niektorom výpočte, prípadne neschopnosťou určiť najväčšie číslo spomedzi štyroch vypočítaných súradníc.

Tab. 33 Analýza distraktorov položky č. 25 testu MAT13 – 8103

č. 25	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,06	0,31	– 0,08	– 0,16	– 0,20	– 0,02
Podiel žiakov	0,12	0,52	0,19	0,09	0,08	0,01
Počet žiakov	478	2 133	770	386	327	24

Žiaci, ktorí riešili úlohu č. 25 správnym postupom, si volili odpovede (B) a (C). Správnu odpoveď (B) určila viac ako polovica testovaných žiakov, najmä žiaci v teste celkove úspešní. Zvyšok žiakov riešiacich úlohu správnym postupom urobilo chybu pri výpočte dĺžky uhlopriečky steny kocky, ktorá reprezentovala výšku trojuholníka bočnej steny vytvoreného ihlana. V tejto skupine boli podľa hodnoty *P. Bis.* aj celkove v teste menej úspešní žiaci.

Žiaci v teste úspešní aj menej úspešní, ktorí vypočítali objem ihlana namiesto povrchu, si volili distraktor (A). Distraktory (D) a (E) si volili v teste celkove menej úspešní žiaci, ktorí nesprávne určili rozmery trojuholníkov bočných stien ihlana, nerozlíšili dva rôzne trojuholníky bočných stien ihlana alebo zle vypočítali obsah trojuholníkov (zabudli deliť dvoma).

Tab. 34 Analýza distraktorov položky č. 26 testu MAT13 – 8103

č. 26	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,12	– 0,16	0,32	– 0,13	– 0,16	– 0,06
Podiel žiakov	0,10	0,06	0,71	0,08	0,04	0,00
Počet žiakov	408	240	2 940	341	175	14

Správnu odpoveď (C) na položku č. 26 určili takmer tri štvrtiny testovaných žiakov. Žiaci, ktorí správne rozhodli o pravdivostných hodnotách jednotlivých výrokov konjunkcie, ale nesprávne určili pravdivostné hodnoty výrokov implikácie, volili distraktor (A).

Zvyšných 18 % žiakov, v teste celkove menej úspešných, nesprávne určilo pravdivostnú hodnotu jednotlivých výrokov konjunkcie aj implikácie a následne si vybralo niektorý z distraktorov (B), (D) a (E) podľa toho, pri pravdivostnej hodnote ktorého výroku sa dopustili chyby.

Tab. 35 Analýza distraktorov položky č. 27 testu MAT13 – 8103

č. 27	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,12	– 0,17	– 0,23	0,11	0,28	– 0,06
Podiel žiakov	0,07	0,17	0,13	0,30	0,32	0,01
Počet žiakov	291	713	544	1 221	1 319	30

Početnosť voľby správnej odpovede (E) na úlohu č. 27 bola porovnateľná s početnosťou voľby distraktora (D). Rozdiel v oboch odpovediach bol v uvedení lineárnej lomenej funkcie v distraktore (D) ako rastúcej funkcie na celom definičnom obore funkcie. Správnu odpoveď (E) si volili v teste celkove úspešní žiaci, ale veľa z nich si zvolilo aj distraktor (D).

Distraktory (A), (B) a (C) si volili v teste celkove menej úspešní žiaci. Najfrekvencovanejší bol distraktor (B), ktorý okrem dvoch rastúcich funkcií obsahoval aj kvadratickú funkciu. Žiadna kvadratická funkcia však nie je monotónna na celom svojom definičnom obore. Distraktor (B) si volili žiaci, ktorý tento poznatok neovládali a rastúcosť kvadratickej funkcie zrejme určili dosadzovaním prirodzených čísel do predpisu funkcie, pre ktoré je uvedená kvadratická funkcia skutočne rastúca. Prekvapujúca bola voľba distraktora (A), ktorý obsahoval len všetky klesajúce funkcie na celom definičnom obore funkcií.

Tab. 36 Analýza distraktorov položky č. 28 testu MAT13 – 8103

č. 28	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,08	– 0,15	0,10	0,22	– 0,11	– 0,04
Podiel žiakov	0,19	0,23	0,18	0,28	0,12	0,01
Počet žiakov	787	949	724	1 150	475	33

Žiaci, ktorí riešili úlohu č. 28 správnym postupom, si vybrali odpovede (C) a (D). Väčšia časť z nich, celkove v teste úspešná, si zvolila distraktor (D). Dôvodom bola nepozornosť pri čítaní zadania úlohy a v závere riešenia úlohy, keď objem skla určili ako objem celej kocky a nie ako objem kocky zmenšený o objem osemstena zo zlata. Žiaci, ktorí sa tejto chyby nedopustili, si zvolili správnu odpoveď (C). Boli to väčšinou v teste celkove úspešnejší žiaci.

Frekvencia voľby distraktorov (A) a (B) bola vyššia ako frekvencia voľby správnej odpovede (C). Predpokladáme, že distraktory (A) a (B) si volili žiaci, ktorí objem osemstena neriešili výpočtom, ale pomer objemu časti kocky zo skla a objemu osemstena zo zlata určili analýzou obrázka a zistením, akú časť kocky zaberá osemsten. Rovnaký postup zrejme uplatnili aj žiaci, ktorí si vybrali distraktor (E). Všetky uvedené distraktory si volili žiaci v teste celkove menej úspešní.

Tab. 37 Analýza distraktorov položky č. 29 testu MAT13 – 8103

č. 29	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,15	– 0,27	– 0,13	– 0,06	0,42	– 0,04
Podiel žiakov	0,10	0,17	0,09	0,15	0,48	0,01
Počet žiakov	412	690	384	606	1 995	31

Správnu odpoveď (E) na položku č. 29 si volila takmer polovica testovaných žiakov. Vysoká hodnota *P. Bis.* 0,42 naznačuje, že žiaci celkove v teste menej úspešní správnu odpoveď (E) nevolili.

Žiaci, ktorí zle spočítali počet správne určených celých čísel vyhovujúcich nerovnici alebo neuvažovali najmenšie alebo najväčšie celé číslo vyhovujúce nerovnici, zvolili distraktor (D). Distraktor (C) volili žiaci, ktorí nezapočítali ani najmenšie a ani najväčšie celé číslo vyhovujúce nerovnici.

Distraktory (A) a (B) volili žiaci v teste celkove menej úspešní, ktorí si pomýlili množinu celých čísel s množinou prirodzených čísel, prípadne ako odpoveď uviedli najväčšie číslo vyhovujúce nerovnici.

Tab. 38 Analýza distraktorov položky č. 30 testu MAT13 – 8103

č. 30	A	B	C	D	E	Bez odpovede
<i>P. Bis.</i>	– 0,07	0,18	– 0,09	– 0,07	– 0,12	– 0,03
Podiel žiakov	0,09	0,60	0,02	0,25	0,04	0,00
Počet žiakov	387	2 454	78	1 032	155	12

Správnu odpoveď (B) na úlohu č. 30 určilo 60 % žiakov, väčšinou v teste celkove úspešných.

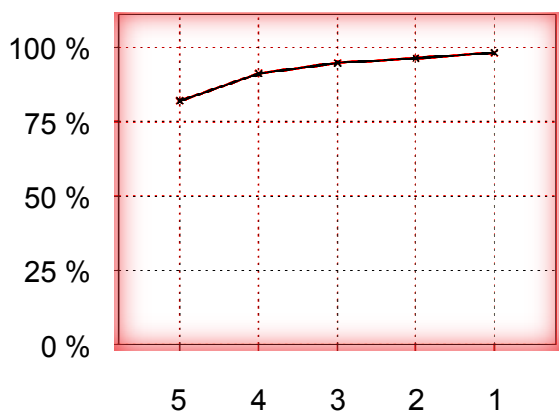
Štvrtina žiakov si vybrala distraktor (D). Žiaci správne určili počet bodov na susedných stenách kocky, ale neuvedomili si aj nutnosť správneho smeru radov bodiek čísla 6, ktorý na kocke v distraktore (D) nebol správny.

Kocka v distraktore (A) obsahovala steny s počtom bodov, ktoré sú na správnej kocke skutočne vedľa seba, ale na zobrazenej kocke boli nakreslené v nesprávnom umiestnení.

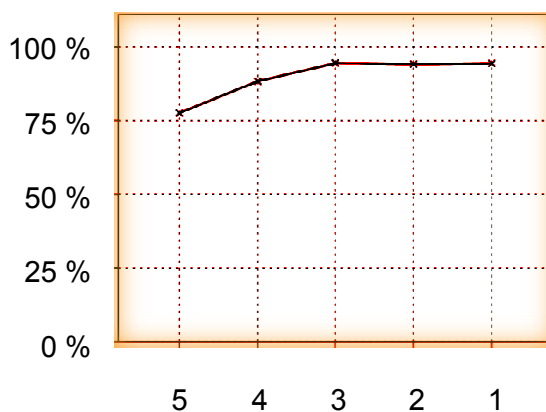
3.4 Distribúcia úspešností a citlivosť položiek

Na nasledujúcom Obr. 14 sú zobrazené grafy distribúcie úspešností žiackych odpovedí jednotlivých položiek a hodnota citlivosti položiek.

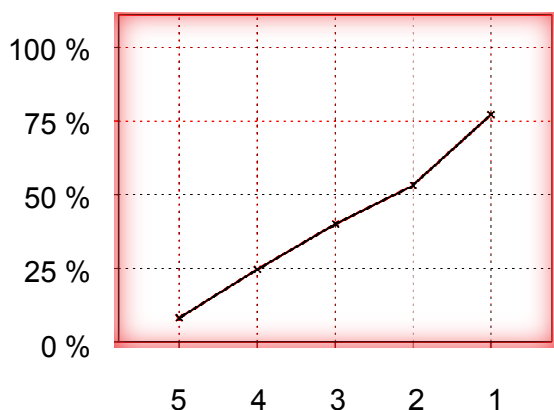
Položka č. 01 Citlivosť 16,2 %



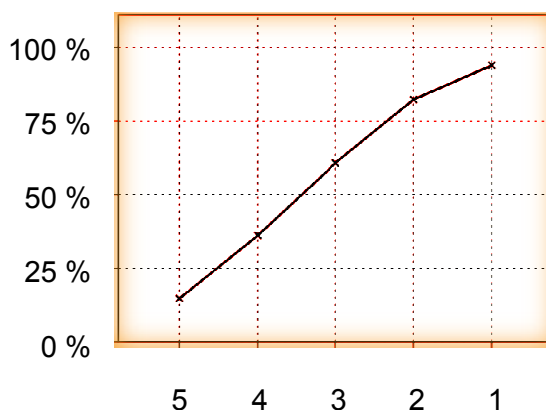
Položka č. 02 Citlivosť 16,9 %



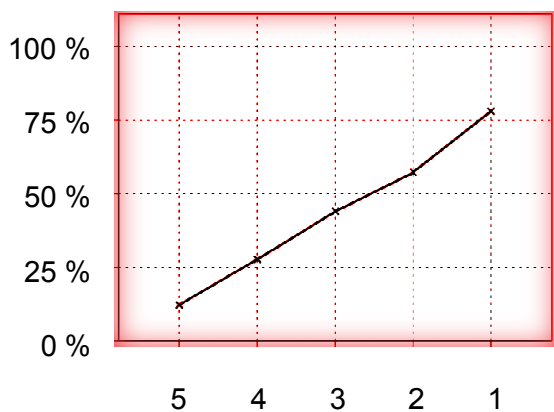
Položka č. 03 Citlivosť 69,0 %



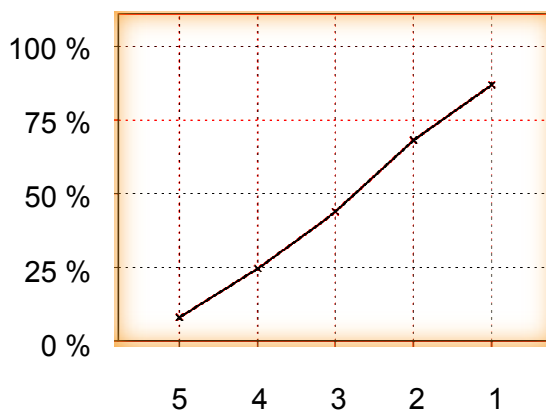
Položka č. 04 Citlivosť 79,2 %



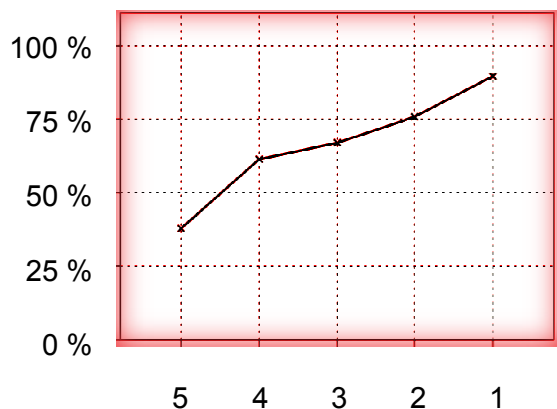
Položka č. 05 Citlivosť 65,7 %



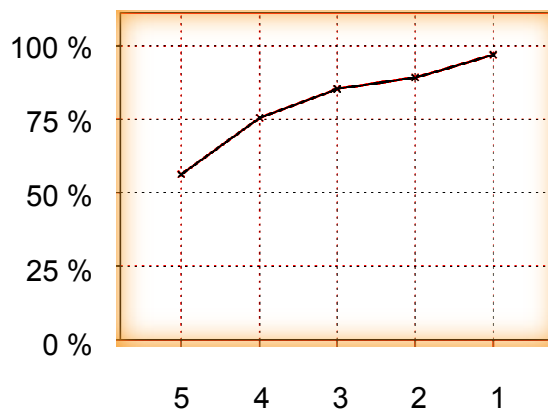
Položka č. 06 Citlivosť 79,0 %



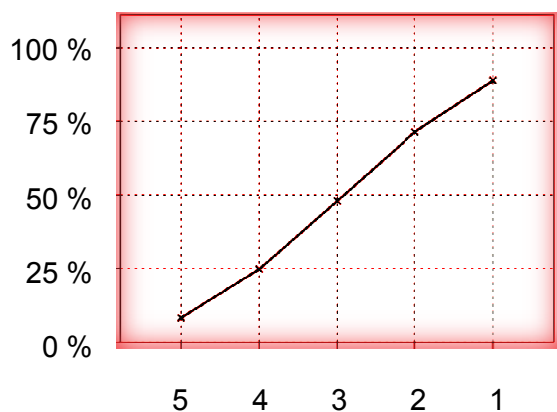
Položka č. 07 Citlivosť 51,6 %



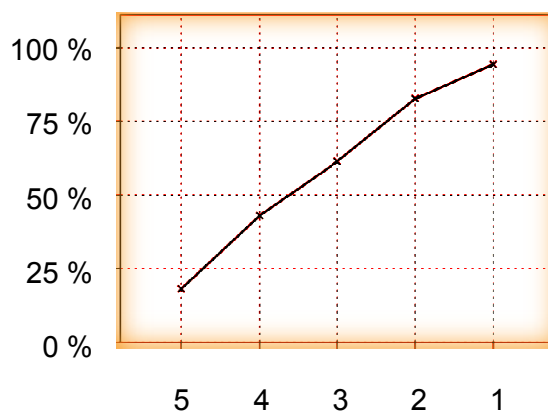
Položka č. 08 Citlivosť 40,6 %



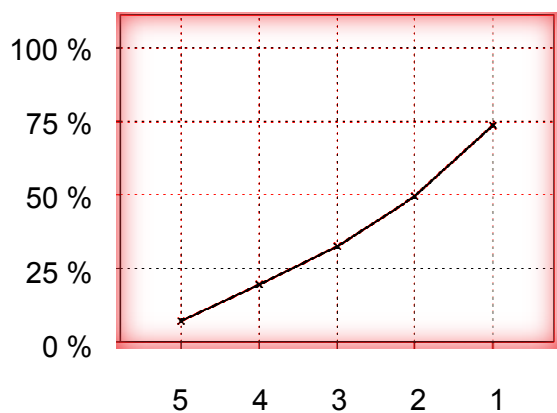
Položka č. 09 Citlivosť 80,6 %



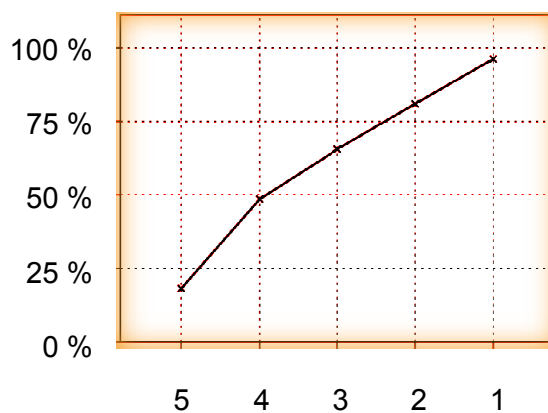
Položka č. 10 Citlivosť 76,2 %



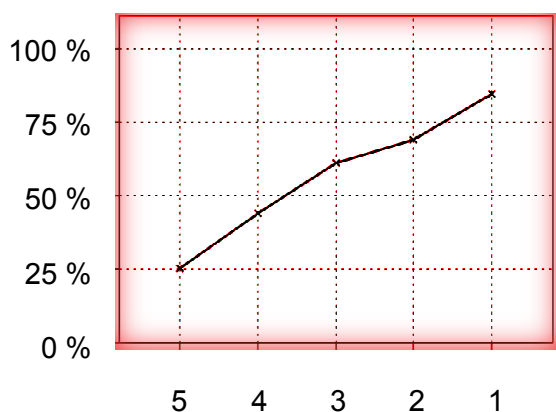
Položka č. 11 Citlivosť 66,5 %



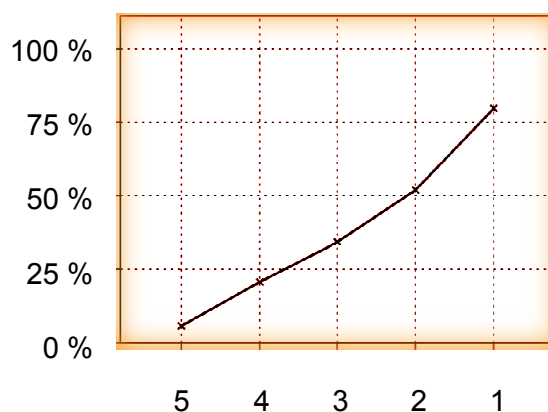
Položka č. 12 Citlivosť 77,9 %



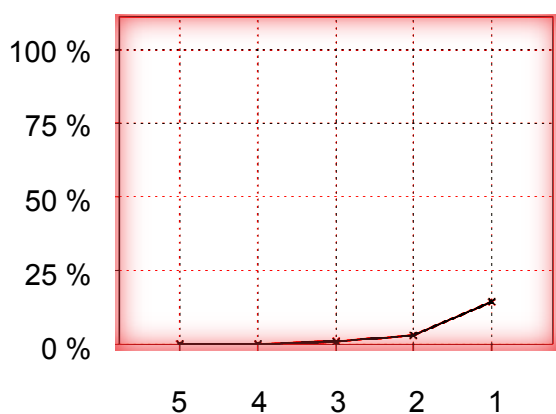
Položka č. 13 Citlivosť 59,2 %



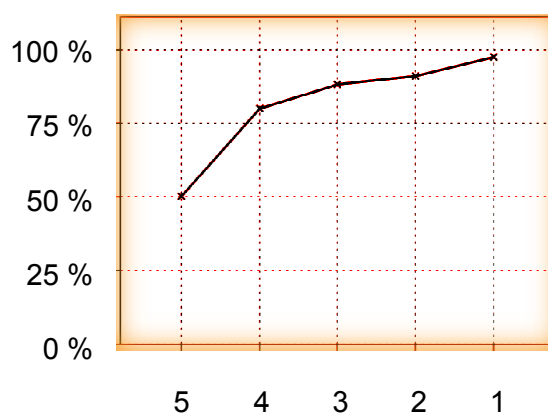
Položka č. 14 Citlivosť 73,9 %



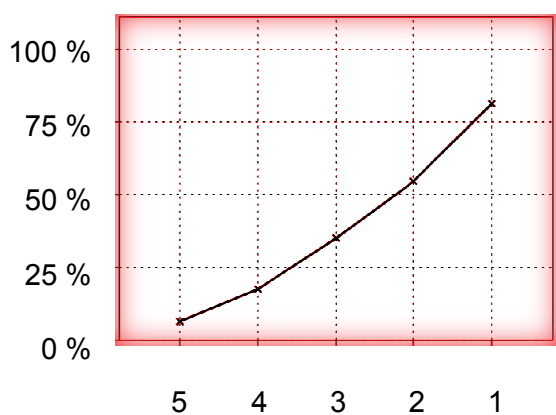
Položka č. 15 Citlivosť 14,3 %



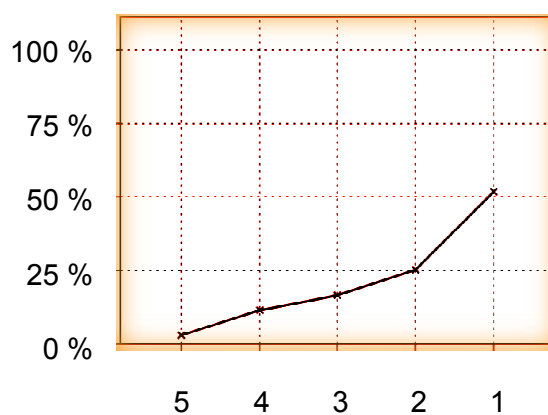
Položka č. 16 Citlivosť 47,3 %



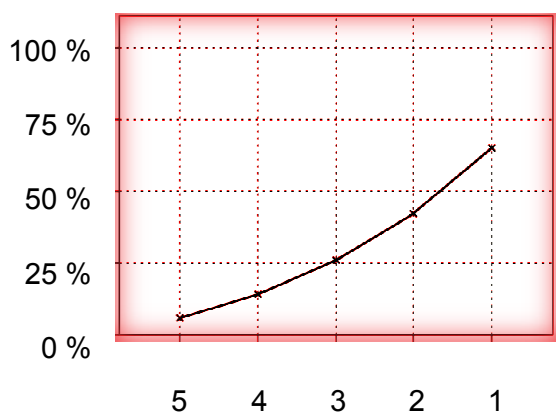
Položka č. 17 Citlivosť 74,9 %



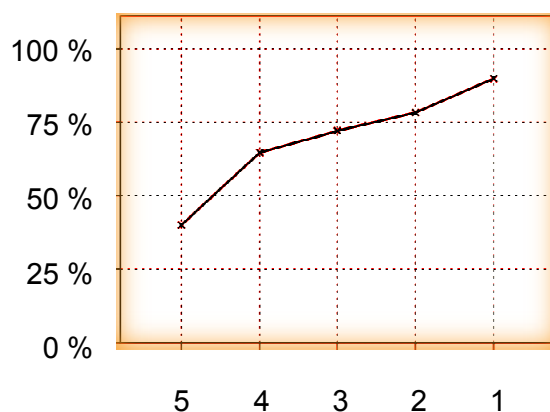
Položka č. 18 Citlivosť 48,7 %



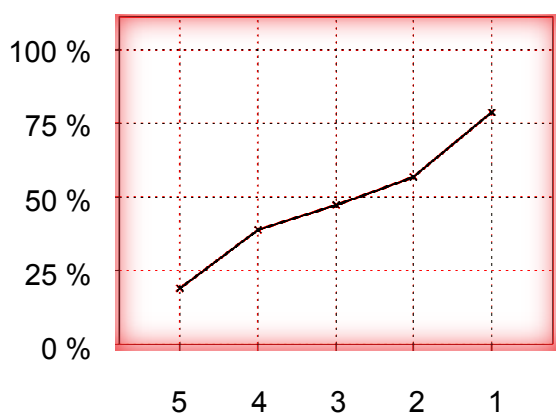
Položka č. 19 Citlivosť 59,2 %



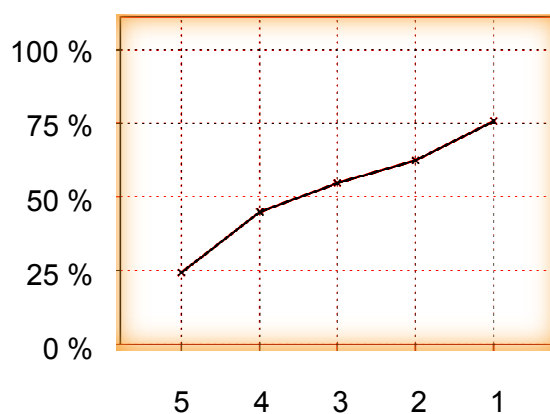
Položka č. 20 Citlivosť 49,7 %



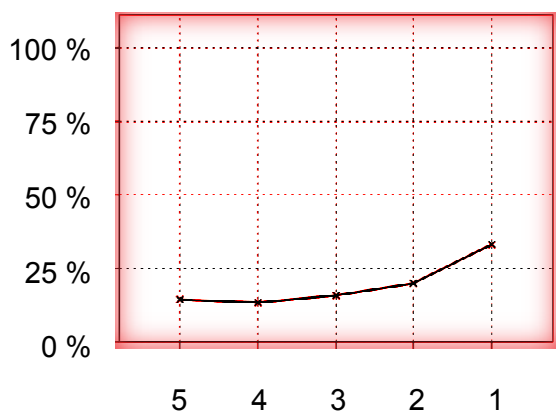
Položka č. 21 Citlivosť 59,8 %



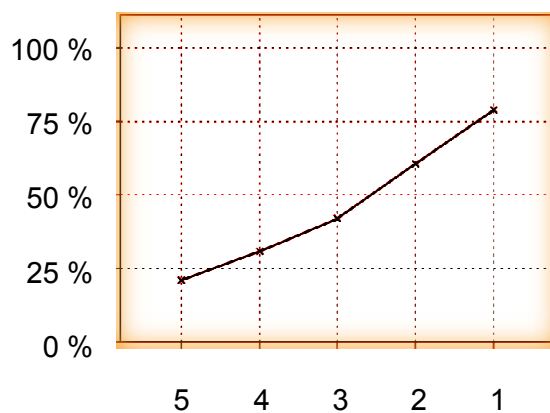
Položka č. 22 Citlivosť 51,4 %



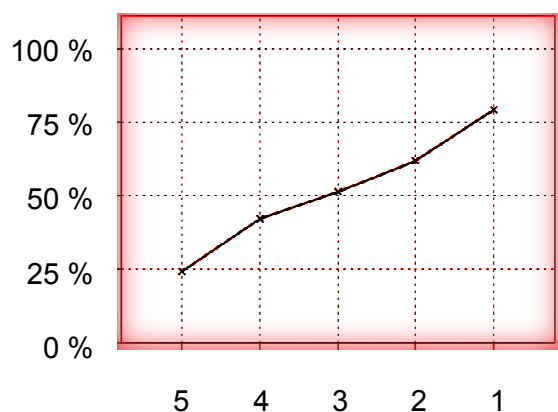
Položka č. 23 Citlivosť 18,7 %



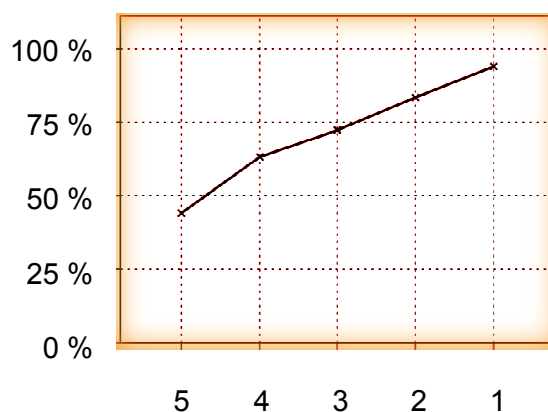
Položka č. 24 Citlivosť 57,8 %



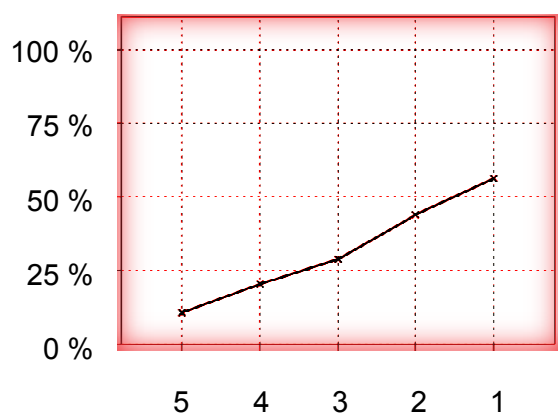
Položka č. 25 Citlivosť 54,9 %



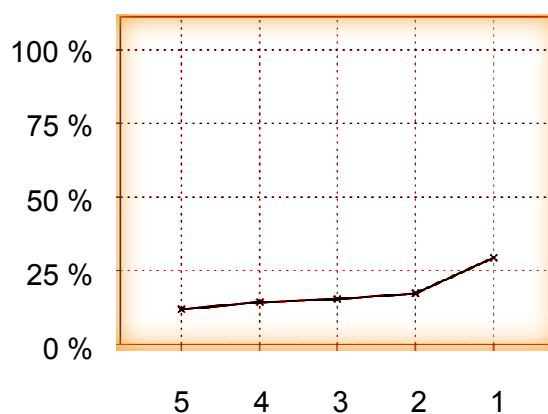
Položka č. 26 Citlivosť 49,8 %



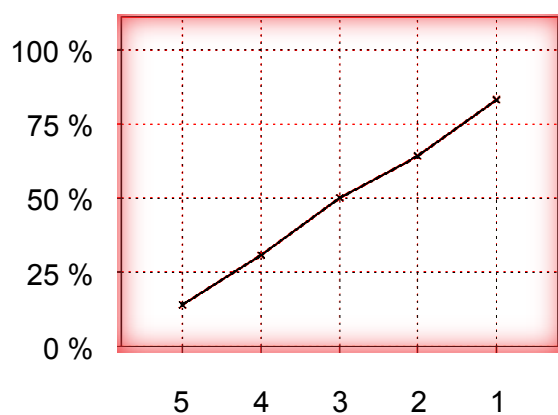
Položka č. 27 Citlivosť 45,6 %



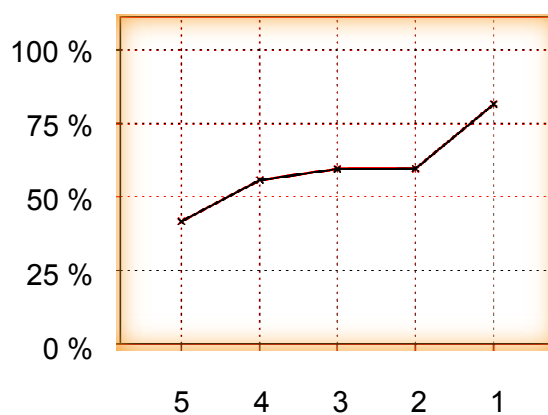
Položka č. 28 Citlivosť 17,6 %



Položka č. 29 Citlivosť 69,1 %



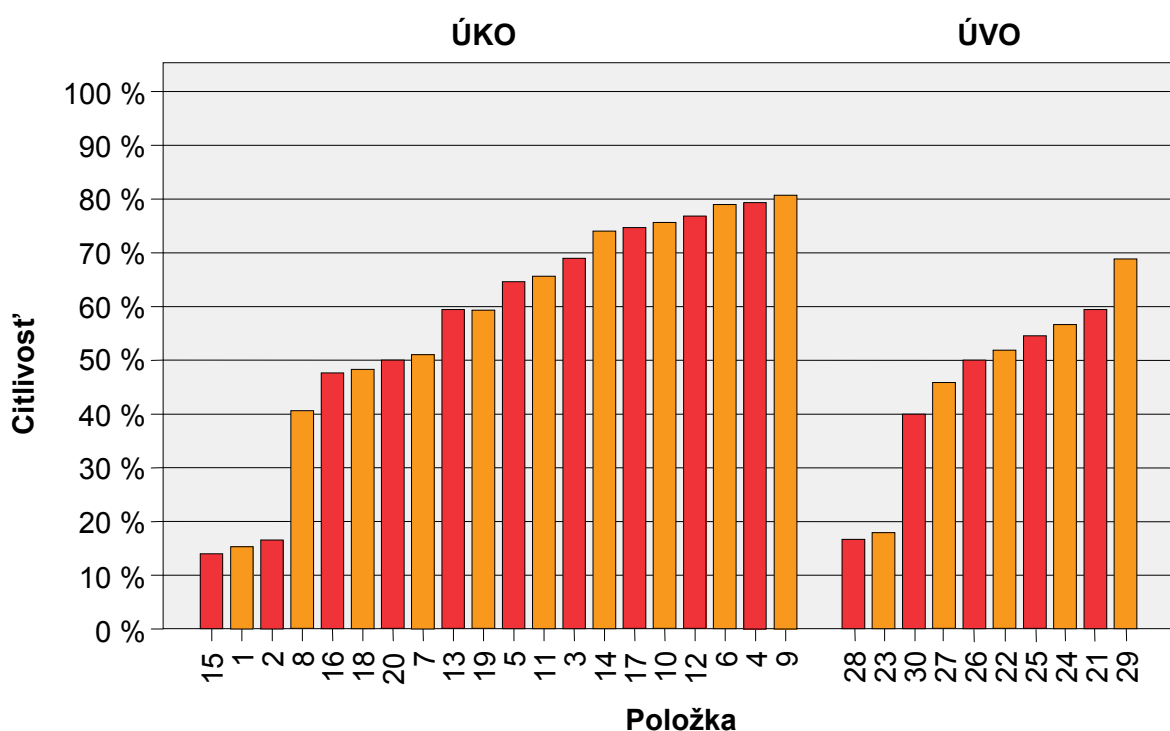
Položka č. 30 Citlivosť 39,9 %



Obr. 14 Distribúcie úspešností žiackych odpovedí jednotlivých položiek a citlivosť položiek v MAT13 – 8103

Položky č. 7, 16 a 20 výrazne oddelili poslednú výkonnostnú skupinu, na celkovú výkonnosť žiakov však boli citlivé málo, pretože pre ostatné skupiny žiakov boli takmer rovnako ľahké. Položky č. 15, 18, 23 a 28 naopak rozlíšili iba prvú výkonnostnú skupinu. Ostatné skupiny žiakov dosiahli približne rovnakú úspešnosť bez ohľadu na celkovú úspešnosť v teste. Položka č. 30 rozlíšila prvú a poslednú výkonnostnú skupinu, úspešnosť ostatných skupín žiakov bola približne rovnaká. Položky č. 1 a 2 žiakov nerozlíšili, pretože boli pre všetkých veľmi ľahké.

Ostatné položky plynule rozlíšili všetky výkonnostné skupiny žiakov v závislosti od hodnoty citlivosti. Ideálnymi boli napríklad položky č. 4, 6, 9, 10 a 29.

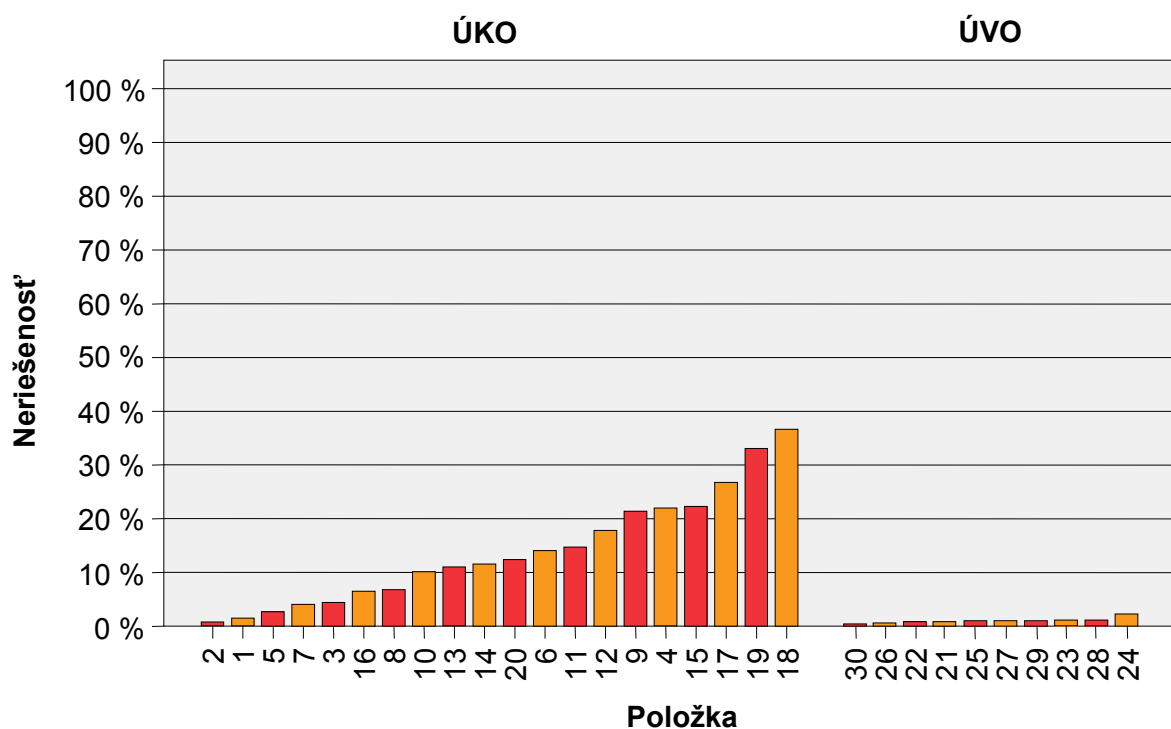


Obr. 15 Citlivosť položiek v jednotlivých častiach testu MAT13 – 8103 (položky sú usporiadané vzostupne podľa hodnoty citlivosti)

Citlivosť piatich položiek bola nedostatočná (č. 1, 2, 15, 23 a 28), citlivosť ostatných položiek bola vyhovujúca. Z toho sedem položiek (č. 8, 16, 18, 20, 26, 27 a 30) malo citlivosť od 30 % do 50 %, citlivosť ostatných osemnástich položiek bola vyššia ako 50 %.

3.5 Neriešenosť položiek

Usporiadanie položiek testu MAT13 podľa rastúceho percentuálneho podielu žiakov, ktorí na jednotlivé položky testu neuviedli odpoveď, je znázornený na nasledujúcom obrázku.



Obr. 16 Neriešenosť položiek v jednotlivých častiach testu MAT13 – 8103 (položky sú usporiadané vzostupne podľa neriešenosti)

Tab. 39 Neriešenosť položiek testu MAT13 – 8103 podľa druhu školy a vecná významnosť rozdielov

Položka	Neriešenosť %		Vecná významnosť
	GYM	SOŠ	
4.	11,0	41,1	0,350
10.	5,4	19,7	0,223
11.	9,4	25,9	0,221
6.	9,4	22,9	0,185
9.	16,2	31,0	0,172
19.	27,9	44,4	0,166
14.	7,3	17,6	0,158
12.	13,8	26,0	0,151
17.	23,3	36,4	0,140
13.	8,0	15,5	0,116
16.	5,2	11,5	0,115
5.	2,1	6,4	0,109
1.	0,6	2,5	0,082
7.	3,4	7,0	0,081
8.	6,3	9,6	0,059

Položka	Neriešenosť %		Vecná významnosť
	GYM	SOŠ	
2.	0,3	1,3	0,057
3.	5,7	3,2	– 0,055
20.	9,7	13,3	0,055
24.	1,1	2,4	0,050
15.	20,5	24,6	0,047
18.	35,7	39,6	0,039
26.	0,2	0,6	0,036
23.	0,9	0,4	– 0,033
21.	0,4	0,8	0,027
27.	0,5	1,0	0,026
30.	0,3	0,1	– 0,018
22.	0,3	0,4	0,007
25.	0,6	0,5	– 0,007
28.	0,7	0,8	0,007
29.	0,7	0,7	– 0,001

Neriešenosť položiek bola spôsobená takmer výlučne vynechanosťou. Najvyššiu, ale zanedbateľnú hodnotu nedosiahnutosti 0,15 % sme zaznamenali len pri posledných dvoch položkách testu. Z hodnôt štatistických ukazovateľov týchto položiek usudzujeme, že väčšina žiakov odpovede na tieto úlohy nevolila náhodne, ale si ich aj zdôvodnila. Úspešnosť žiakov v týchto položkách zodpovedala celkovej úspešnosti v teste. Konštatujeme, že žiaci mali dostatok času na vyriešenie všetkých úloh testu.

Najvyššiu neriešenosť sme zaznamenali u položiek, ktoré boli zároveň pre žiakov najobťažnejšie (č. 9, 15, 17, 18 a 19). Riešenie týchto úloh vyžadovalo myšlienku, ako nájsť správnu odpoveď, alebo časovo dlhší náročnejší výpočet. Maturanti v nich mali preukázať zručnosti pri práci s premennými v algebraických výrazoch. Predpokladáme, že žiaci, ktorí na tieto úlohy neuviedli odpoveď, buď nevedeli, ako príklad vypočítať, alebo uprednostnili úlohy, ktorých riešenie mohli určiť jednoduchšie a rýchlejšie.

Vysoká neriešenosť položky č. 4 bola spôsobená vysokou neriešenosťou úlohy žiakmi SOŠ.

Vecne významný rozdiel v neriešenosti úloh medzi žiakmi GYM a SOŠ dosiahlo 12 položiek. Boli to najmä výpočtové úlohy z geometrie (č. 4, 6, 9, 11, 12 a 19) a riešenie rovníc a nerovníc (úlohy č. 10 a 14).

3.6 Súhrnné charakteristiky položiek

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

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

Tab. 40 Súhrnné charakteristiky položiek testu MAT13 – 8103

P	Obťažnosť %					Neriešenosť %		Citlivosť %	P. Bis.
	Celková	GYM	SOŠ	CH	D	GYM	SOŠ		
1.	92,5	94,1	89,6	92,1	93,4	0,6	2,5	16,2	0,18
2.	89,9	92,5	85,1	89,0	91,7	0,3	1,3	16,9	0,17
3.	40,6	47,2	28,4	45,9	30,7	5,7	3,2	69,0	0,43
4.	57,6	76,6	22,0	53,2	65,9	11,0	41,1	79,2	0,52
5.	43,9	55,6	22,0	42,3	46,9	2,1	6,4	65,7	0,40
6.	46,4	61,4	18,3	45,1	48,7	9,4	22,9	79,0	0,51
7.	66,3	69,0	61,3	69,0	61,4	3,4	7,0	51,6	0,30
8.	80,6	82,9	76,3	80,8	80,3	6,3	9,6	40,6	0,31
9.	48,2	61,7	23,1	47,4	49,8	16,2	31,0	80,6	0,53
10.	59,9	71,2	38,6	59,6	60,5	5,4	19,7	76,2	0,50
11.	36,5	47,8	15,2	36,3	36,8	9,4	25,9	66,5	0,43
12.	61,9	70,6	45,5	63,9	58,1	13,8	26,0	77,9	0,49
13.	56,8	63,3	44,7	58,4	53,9	8,0	15,5	59,2	0,38
14.	38,5	48,2	20,4	38,3	38,9	7,3	17,6	73,9	0,47
15.	3,7	5,5	0,2	3,8	3,4	20,5	24,6	14,3	0,26
16.	81,4	87,1	70,6	81,0	82,0	5,2	11,5	47,3	0,36
17.	39,0	49,7	19,0	39,6	37,9	23,3	36,4	74,9	0,48
18.	21,6	25,7	14,0	23,1	18,9	35,7	39,6	48,7	0,35
19.	30,7	38,5	16,2	31,1	30,1	27,9	44,4	59,2	0,40
20.	69,0	71,1	65,1	72,1	63,1	9,7	13,3	49,7	0,31
21.	48,1	56,8	31,9	48,9	46,5	0,4	0,8	59,8	0,33
22.	52,4	58,1	41,8	52,4	52,4	0,3	0,4	51,4	0,29
23.	19,4	21,9	14,6	18,5	21,2	0,9	0,4	18,7	0,11
24.	46,6	56,8	27,7	46,1	47,7	1,1	2,4	57,8	0,34
25.	51,8	58,6	39,1	54,0	47,6	0,6	0,5	54,9	0,31
26.	71,4	81,9	51,7	70,1	73,8	0,2	0,6	49,8	0,32
27.	32,0	38,3	20,4	32,3	31,5	0,5	1,0	45,6	0,28
28.	17,6	18,2	16,4	19,5	13,9	0,7	0,8	17,6	0,10
29.	48,4	58,0	30,5	49,2	47,0	0,7	0,7	69,1	0,42
30.	59,6	60,3	58,3	61,7	55,6	0,3	0,1	39,9	0,18

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

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

Položky s nedostatočnou hodnotou citlivosti sú zvýraznené zelenou farbou.

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

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

Tab. 41 Najčastejšie odpovede žiakov na ÚKO a ich frekvencia v MAT13 – 8103

Položka č. 01

Odpoveď	Výskyt %
12	92,9
–	1,3
2	0,9
45	0,9
2,77	0,6

Položka č. 02

Odpoveď	Výskyt %
78,4	90,0
7,84	5,5
–	0,8
7840	0,5
784	0,4

Položka č. 03

Odpoveď	Výskyt %
47,75	41,3
40	23,6
–	4,6
40,71	2,7
48	2,5
47,74	2,4
35	1,6
147,75	1,2
47	1,1
47,7	1,1
1,48	0,8
47,74	0,5
45	0,5
55,13	0,4

Položka č. 04

Odpoveď	Výskyt %
13	57,6
–	21,5
5	1,6
4	1,4
6	1,3
3	1,3
7	1,1
2	1,1
26	0,8
17	0,8
0	0,7
12	0,6

Položka č. 05

Odpoveď	Výskyt %
16,5	44,6
18	10,8
16	8,6
17	7,3
18,5	6,5
17,19	6,3
–	3,5
17,5	3,3
19	0,9

Položka č. 06

Odpoveď	Výskyt %
117,28	46,2
–	13,7
117	3,6
120	3,0
110	2,2
108,19	1,8
62,72	1,8
117,27	1,4
83,08	1,4
117,16	1,2
100	0,8
105	0,8
118	0,8
108	0,7
115	0,6

Položka č. 07

Odpoveď	Výskyt %
4 000	66,1
96 000	8,1
100 000	2,6
0	4,9
–	4,8
– 4 000	2,1
1	0,8
4	0,8

Položka č. 08

Odpoveď	Výskyt %
8	80,2
–	7,8
14	1,8
7	1,5
12	1,5
6	1,0
9	0,8
17	0,7
18	0,6
10	0,5
13	0,5

Položka č. 09

Odpoveď	Výskyt %
4	48,2
–	20,9
6	14,6
2	4,1
5	2,9
7	1,5
3	1,1

Položka č. 10

Odpoveď	Výskyt %
2	59,1
–	11,0
3,5	8,6
– 1	8,5
– 1,5	1,3
– 2	0,9
0,3	0,8
1	0,8
– 3	0,7
5	0,7
3	0,6
4	0,6

Položka č. 11

Odpoveď	Výskyt %
48	36,3
36	31,1
–	15,8
54	1,7
68	1,1
40,5	0,8
20,25	0,5
108	0,5

Položka č. 12

Odpoveď	Výskyt %
30	62,6
–	17,7
36	3,1
25	2,4
32	1,6
26	1,3
40	0,9
48	0,8
28	0,8

Položka č. 15

Odpoveď	Výskyt %
–	22,2
16	4,4
3 840	3,9
32	3,8
4 320	3,5
1 920	1,9
15	1,6
2 160	1,5
5 040	1,4
720	1,4
21	1,3
24	1,3
4 080	1,2
12	1,2
42	1,1
3	1,1
18	1,1
2 520	1,0
10	1,0
8	0,9

Položka č. 13

Odpoveď	Výskyt %
15,63	57,0
15,625	14,9
–	9,9
15,62	1,7
12,5	0,9
18,75	0,6
15	0,5
16,25	0,4

Položka č. 14

Odpoveď	Výskyt %
– 8	38,3
1	14,3
–	10,9
– 1	9,2
0	6,7
2	4,5
– 8,5	2,2
– 2	1,4
– 9	1,3
– 6	1,2
8	0,9
– 7	0,9

Položka č. 16

Odpoveď	Výskyt %
7	81,2
–	7,5
5	1,2
5,57	1,1
6	1,0
14,53	0,6
6,99	0,6
4	0,5
8	0,4
9	0,4
14,52	0,3
3	0,2

Položka č. 17

Odpoveď	Výskyt %
0	37,7
–	28,6
4	8,7
– 4	4,8
8	3,0
12	2,5
16	1,2
20	0,8
– 2	0,7
2	0,6
6	0,6

Položka č. 18

Odpoveď	Výskyt %
–	36,8
123	21,9
122	6,9
124	4,9
120	1,6
3 748	1,2
125	1,1
7 497	1,0
121	1,0
3 749	0,8
87	0,7
61	0,5

Položka č. 19

Odpoveď	Výskyt %
–	32,7
60	31,0
45	5,3
30	2,3
63,43	1,3
75,52	1,0
59,79	0,6
75	0,5

Položka č. 20

Odpoveď	Výskyt %
568	69,8
–	10,1
2 358	2,8
222 235	1,7
2 456	1,6
586	1,4
3 445	0,9
658	0,9
2	0,6
865	0,5
856	0,5
1	0,5

4 Výsledky RT EČ MS z matematiky podľa vyhodnotenia IRT

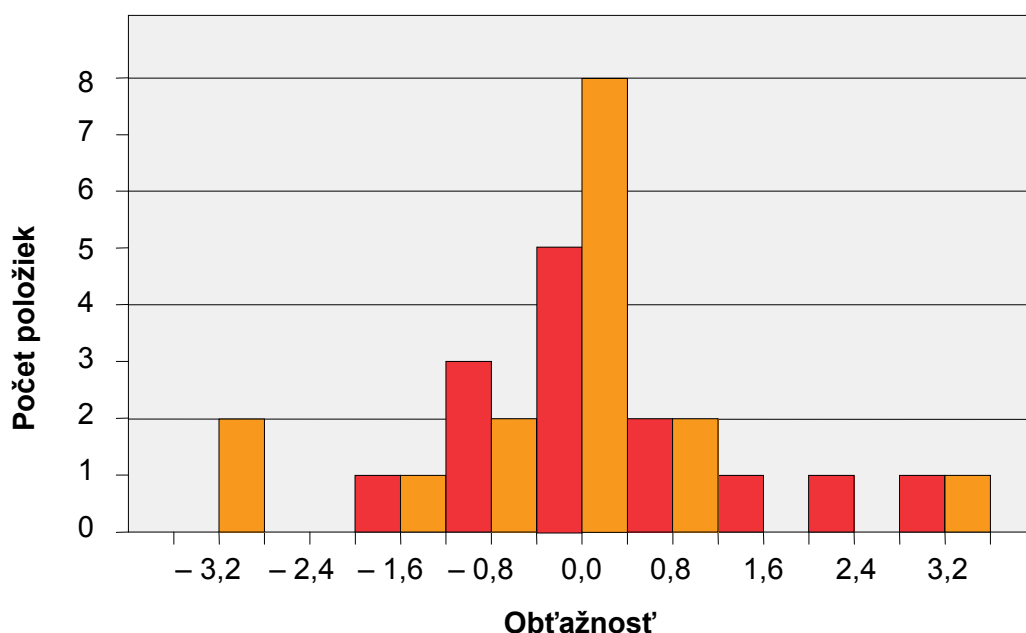
4.1 Všeobecné výsledky

V nasledujúcej tabuľke a grafoch uvádzame charakteristiky testu a testovaných žiakov. Číslovanie položiek zodpovedá zástupnému variantu testu 8103.

Tab. 42 Výsledné psychometrické charakteristiky položiek testu MAT13 (podľa IRT)

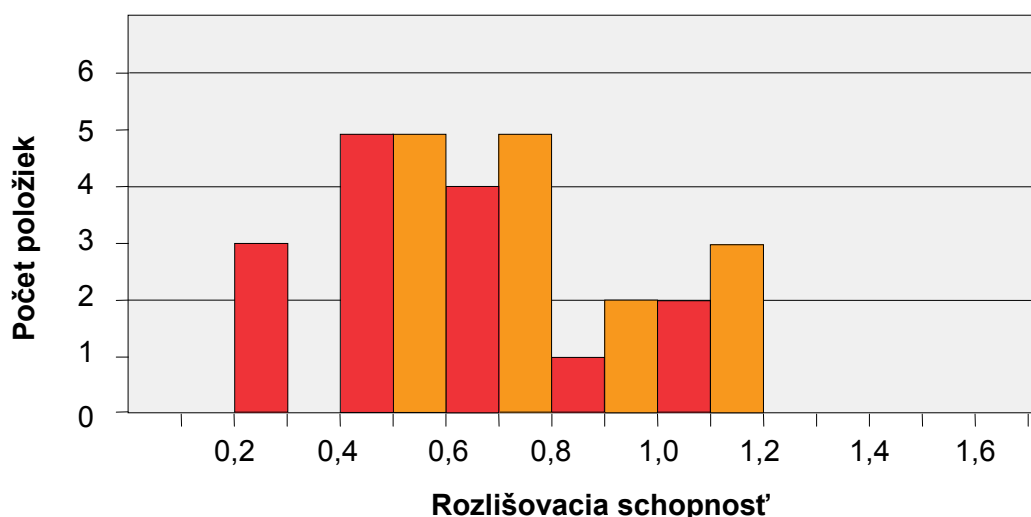
	Minimum	Maximum	Priemer	Smerodajná odchýlka
Obťažnosť položiek	– 3,038	3,529	0,006	1,435
Rozlišovacia schopnosť položiek	0,264	1,146	0,682	0,259

Pri analýze testu MAT13 metódou IRT sme pracovali s dvojparametrovým modelom (parametrami boli obťažnosť položky a rozlišovacia schopnosť položky). Položky č. 23 a 28 vykazovali mierne rozdielne fungovanie od predpokladu modelu. Dôvodom bola mimoriadne vysoká obťažnosť položiek (hodnota vyššia ako 3,0), čo spravidla vždy spôsobuje odlišnosti správania sa položky od predpokladu modelu.



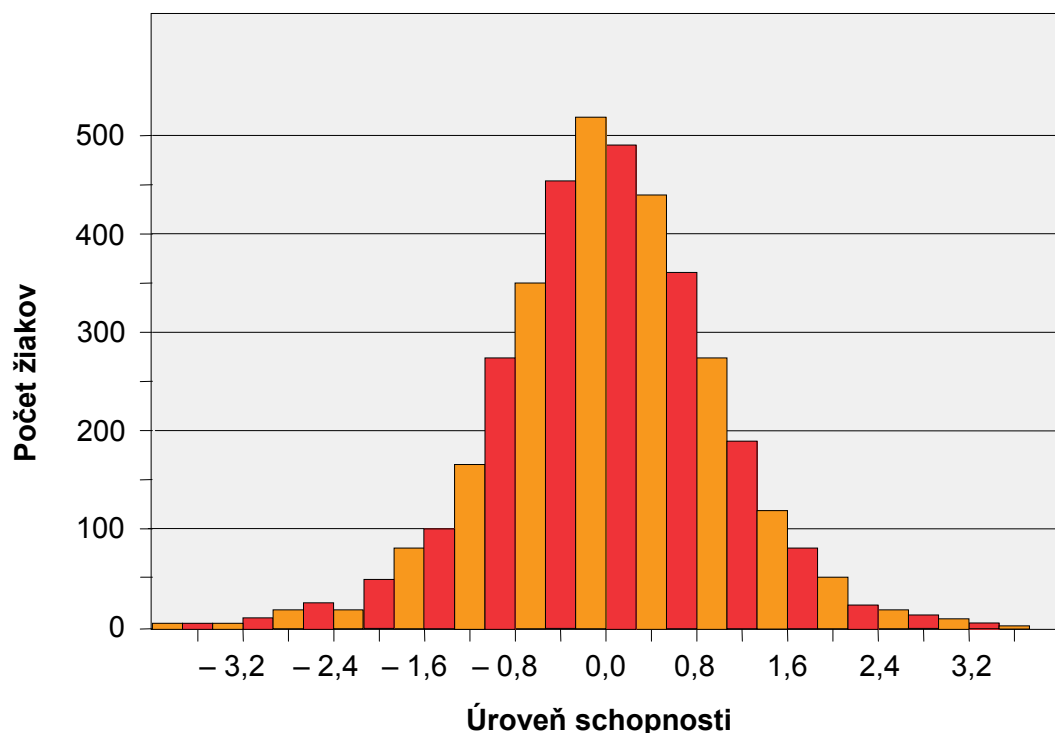
Obr. 17 Počet položiek MAT13 podľa obťažnosti

Zastúpenie položiek testu MAT13 z hľadiska obťažnosti nebolo rovnomerné, zodpovedalo konštrukcii rozlišovacieho NR testu. Tretina položiek mala obťažnosť okolo priemernej hodnoty 0,0. Väčšina položiek mala obťažnosť z intervalu $(-2,0; +2,0)$. Najľahšie boli položky č. 1, 2 a 8, najobťažnejšími boli položky č. 15, 23 a 28.



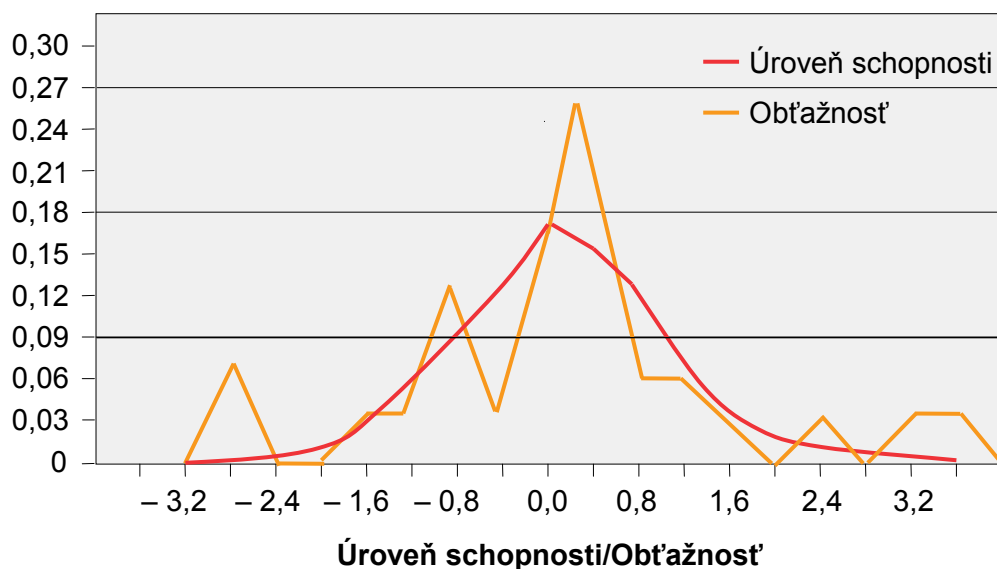
Obr. 18 Počet položiek MAT13 podľa rozlišovacej schopnosti

Rozlišovacia schopnosť položiek bola dobrá. Najslabšiu rozlišovaciu schopnosť mali položky č. 20, 27 a 30, najväčšiu rozlišovaciu schopnosť položky č. 3, 7, 8 a 17. V skupine najslabších žiakov s nízkou úrovňou schopnosti bola pravdepodobnosť výberu správnej odpovede takmer v každej položke rovnako nízka. Až v skupine priemerných a lepších žiakov sa s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov začala zvyšovať aj pravdepodobnosť výberu správnej odpovede.



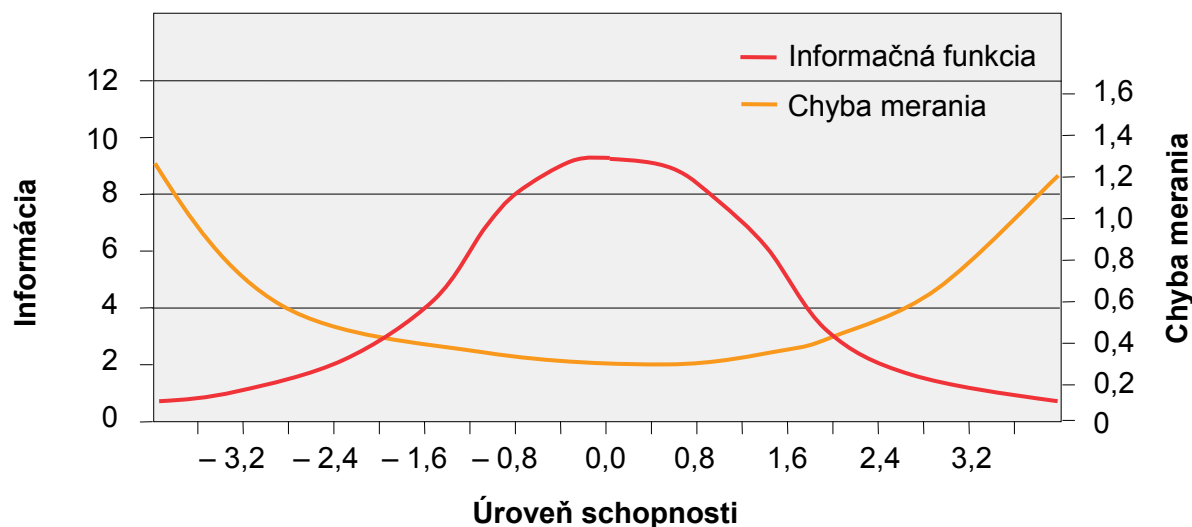
Obr. 19 Počet žiakov v MAT13 podľa úrovne schopnosti

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



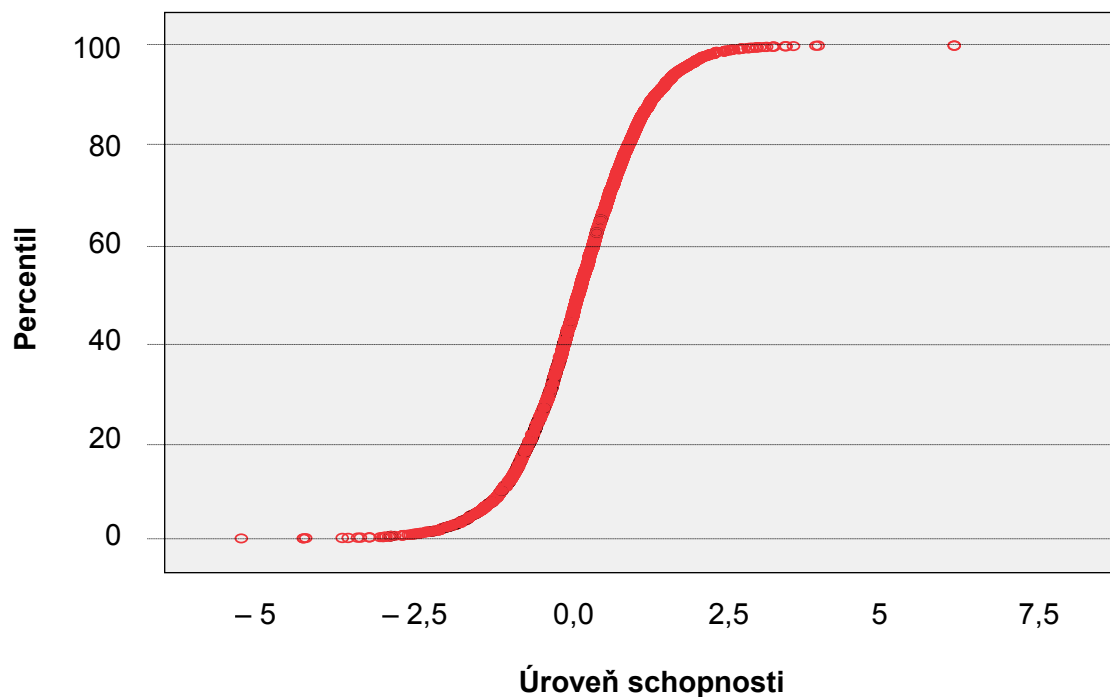
Obr. 20 Vzťah medzi úrovňou schopnosti žiakov a obťažnosťou MAT13

Obťažnosť položiek (náročnosť MAT13) bola primeraná úrovni schopnosti žiakov. Test obsahoval najviac položiek s priemernou úrovňou obťažnosti. Obsahoval aj dve veľmi ľahké a dve veľmi obťažné položky, celkovo však bol primeraný schopnostiam žiakov. Potvrdzujú to aj výsledky vyhodnotenia testu CTT metódou, s priemernou úspešnosťou 50,9 %.

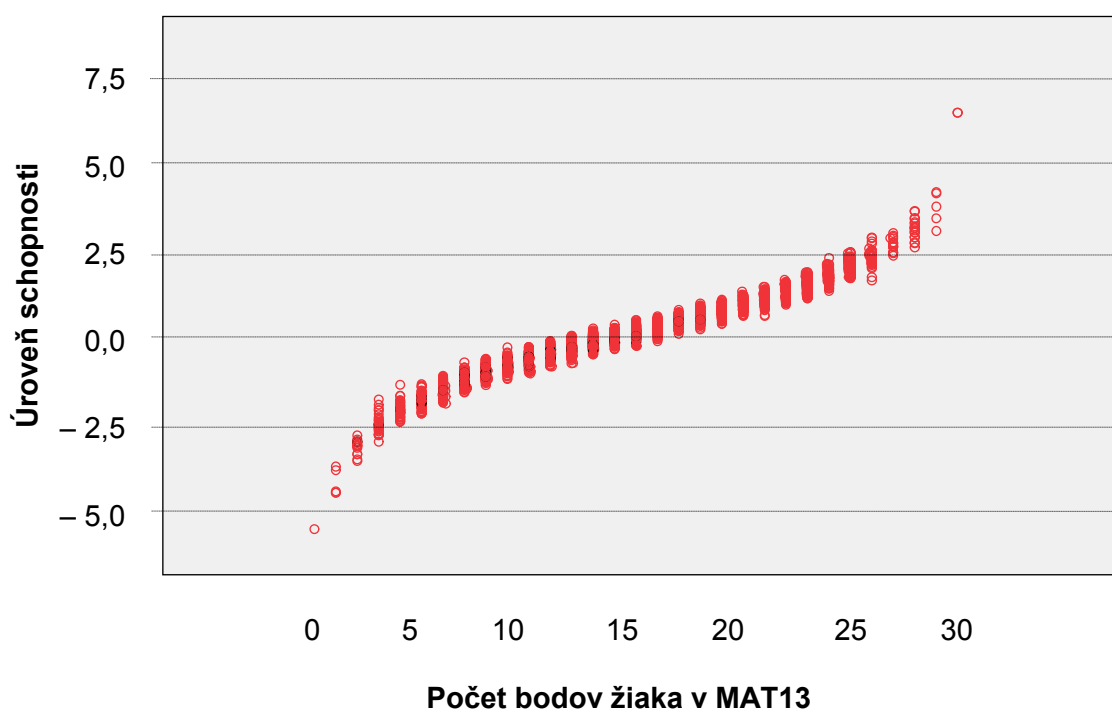


Obr. 21 Informačná funkcia a chyba merania MAT13 podľa úrovne schopnosti žiakov

Informačná funkcia testu nadobudla najväčšie hodnoty pre úroveň schopnosti žiakov okolo hodnoty 0,0. Test teda priniesol najviac informácií o priemerných žiakoch. Test meral najpresnejšie v skupine priemerných žiakov, kde dosiahol najmenšiu chybu merania. Meranie v skupine najlepších a najslabších žiakov bolo zaťažené vyššou chybou merania.



Obr. 22 Percentil žiakov v MAT13 podľa úrovne matematickej schopnosti žiakov



Obr. 23 Vzťah počtu bodov žiaka v MAT13 a úrovne matematickej schopnosti žiaka

Žiak s priemernou úrovňou schopnosti 0,0 dosiahol v teste MAT13 približne 15 bodov a umiestnil sa približne okolo päťdesiateho percentilu. Väčšina testovaných žiakov mala úroveň schopnosti v intervale $(-1,5; 1,5)$, preto aj malé zvýšenie úrovne matematickej schopnosti žiaka z tohto intervalu viedlo k pomerne výraznému zlepšeniu v dosiahnutom percentile žiaka.

Test MAT13 riešili aj žiaci s úrovňou schopnosti nižšou ako $-2,5$ a vyššou ako $+2,5$, ale bolo ich málo a preto sa výraznejšie nerozlíšili v dosiahnutom percentile v porovnaní s celým súborom testovaných žiakov.

Poznámka k Obr. 23: Jednej hodnote počtu bodov žiaka v teste MAT13 je priradených viac úrovní matematickej schopnosti. Je to spôsobené tým, že pri odhade úrovne schopnosti žiaka v dvojparametrovom modeli predstavujú obťažnosť a rozlišovacia schopnosť položiek akési „váhy“. Ľahšie, menej rozlišujúce položky majú nižšiu „váhu“. Preto žiaci, ktorí dosiahli rovnaký počet bodov, ale každý v iných položkách s rôznou „váhou“, môžu mať odlišnú úroveň matematickej schopnosti.

4.2 Výsledky položiek

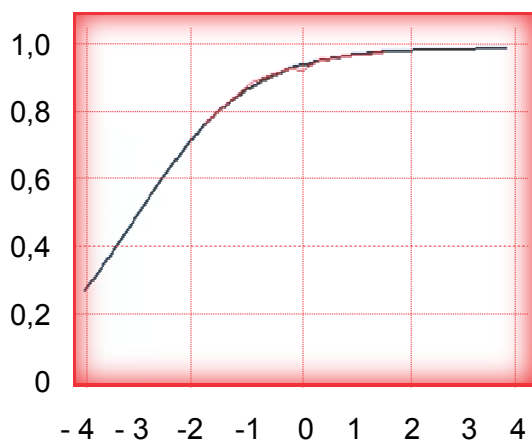
Vyhodnotenie položiek testu MAT13 prinášame na Obr. 24 v grafoch závislosti pravdepodobnosti voľby správnej odpovede od matematickej schopnosti žiaka. Výraznou čiernou farbou je na každom grafe znázornená očakávaná pravdepodobnosť voľby správnej odpovede podľa modelu (charakteristická krivka položky), menej výraznou červenou čiarou je zobrazená skutočná pravdepodobnosť voľby správnej odpovede žiakmi (podiel počtu žiakov, ktorí uviedli správnu odpoveď a celkového počtu testovaných žiakov).

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

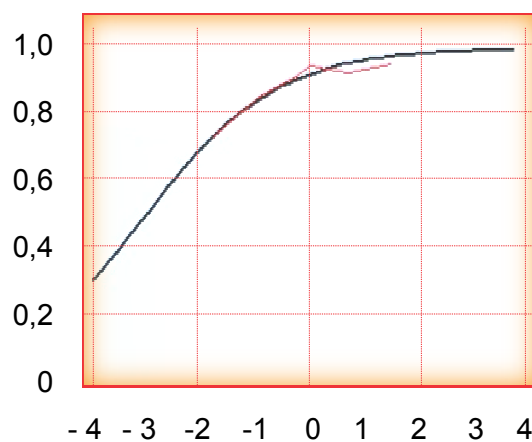
Rozlišovaciu schopnosť položky môžeme zistiť podľa priebehu a strmosti charakteristickej krivky položky v grafe. Čím rýchlejšie sa zvyšuje hodnota pravdepodobnosti voľby správnej odpovede so zvyšujúcou sa úrovňou matematickej schopnosti žiakov (charakteristická krivka je strmšia), tým lepšie položka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

Vyhodnotili sme aj správanie sa položiek v závislosti od pohlavia. Rozdiel medzi úrovňou schopnosti chlapcov a dievčat nebol vecne významný. Celkovo sme identifikovali 6 položiek s rozdielnym fungovaním podľa pohlavia: rozdiel v rozlišovacej schopnosti položky č. 4 bol v prospech dievčat, v položkách č. 3, 7, 12, 20 a 28 v prospech chlapcov.

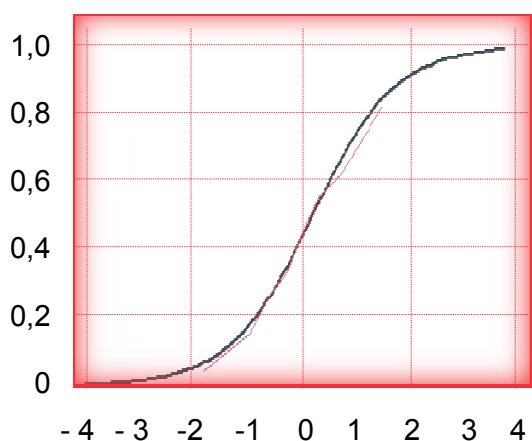
Položka č. **01** Obťažnosť – 3,021
Rozlišovacia schopnosť 0,546



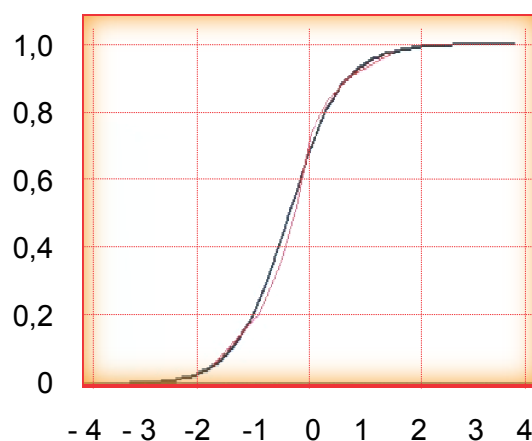
Položka č. **02** Obťažnosť – 3,038
Rozlišovacia schopnosť 0,461



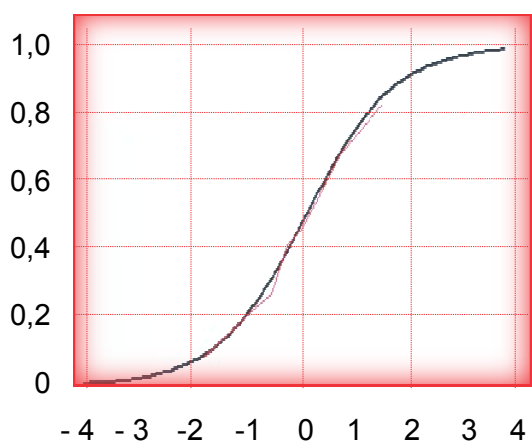
Položka č. **03** Obťažnosť 0,389
Rozlišovacia schopnosť 0,736



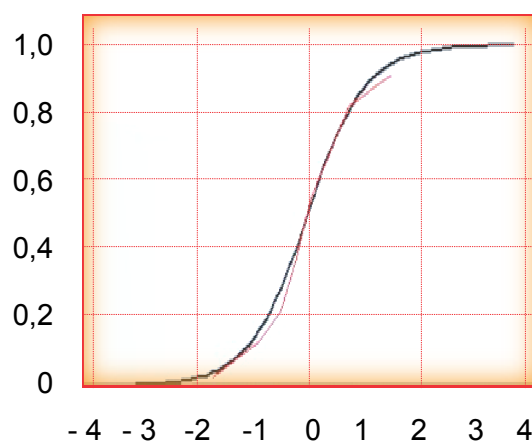
Položka č. **04** Obťažnosť – 0,240
Rozlišovacia schopnosť 1,141



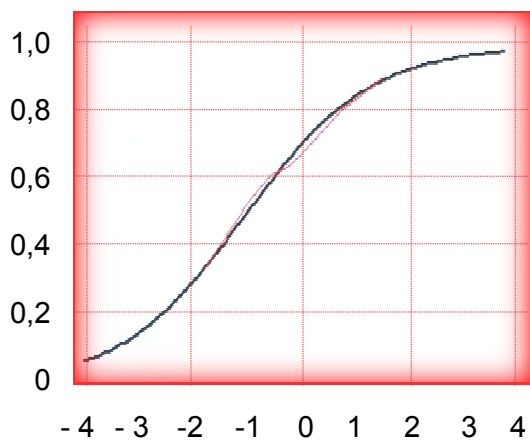
Položka č. **05** Obťažnosť 0,264
Rozlišovacia schopnosť 0,690



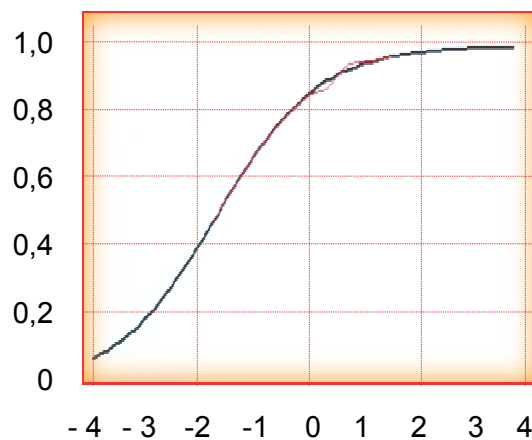
Položka č. **06** Obťažnosť 0,126
Rozlišovacia schopnosť 1,038



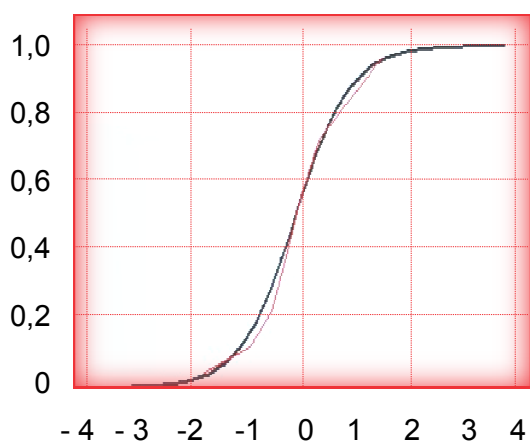
Položka č. **07** Obťažnosť – 0,922
Rozlišovacia schopnosť 0,487



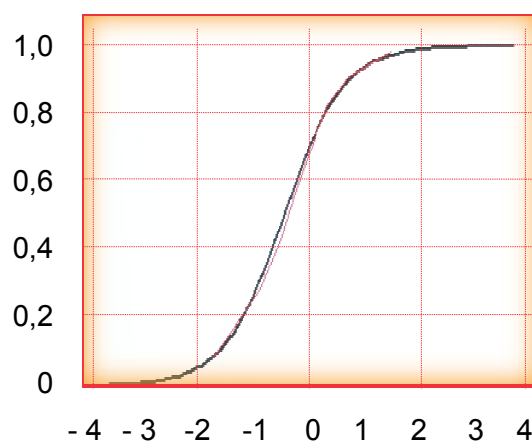
Položka č. **08** Obťažnosť – 1,629
Rozlišovacia schopnosť 0,602



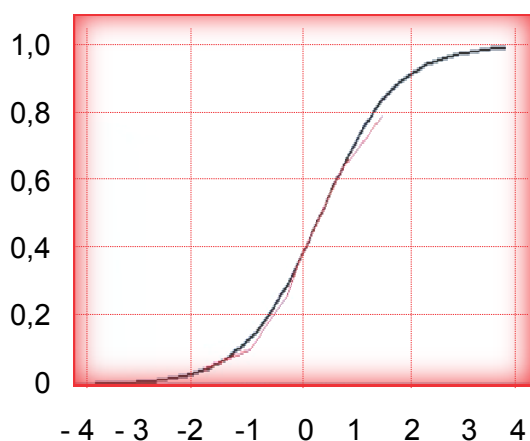
Položka č. **09** Obťažnosť 0,062
Rozlišovacia schopnosť 1,109



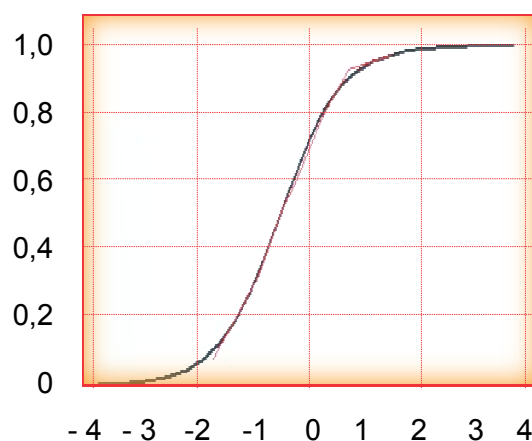
Položka č. **10** Obťažnosť – 0,333
Rozlišovacia schopnosť 1,021



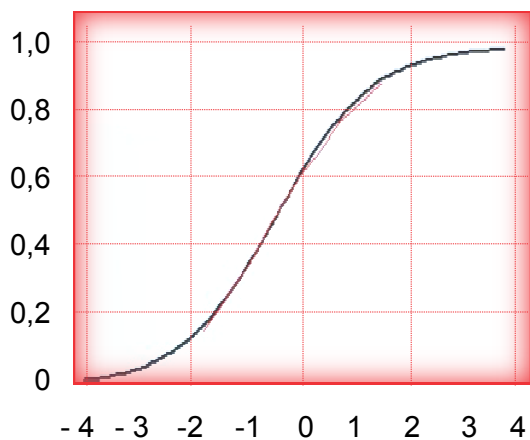
Položka č. **11** Obťažnosť 0,537
Rozlišovacia schopnosť 0,799



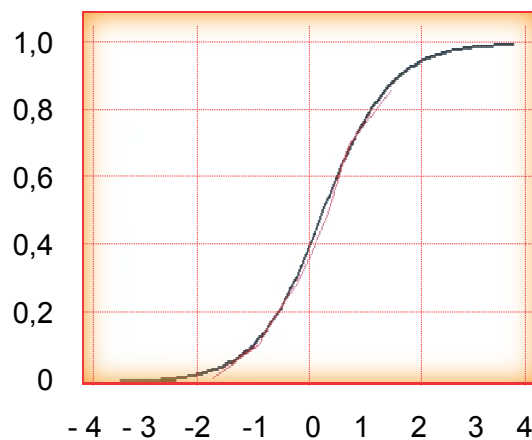
Položka č. **12** Obťažnosť – 0,410
Rozlišovacia schopnosť 0,987



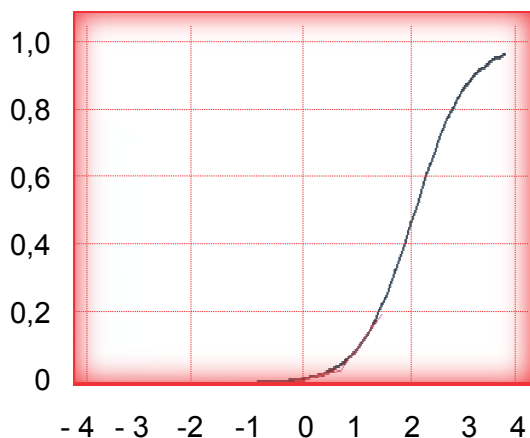
Položka č. 13 Obťažnosť – 0,304
Rozlišovacia schopnosť 0,640



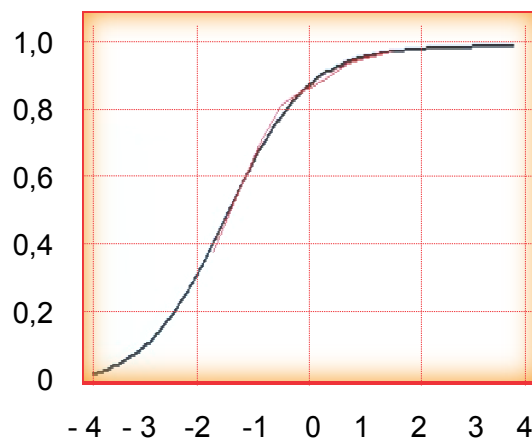
Položka č. 14 Obťažnosť 0,425
Rozlišovacia schopnosť 0,897



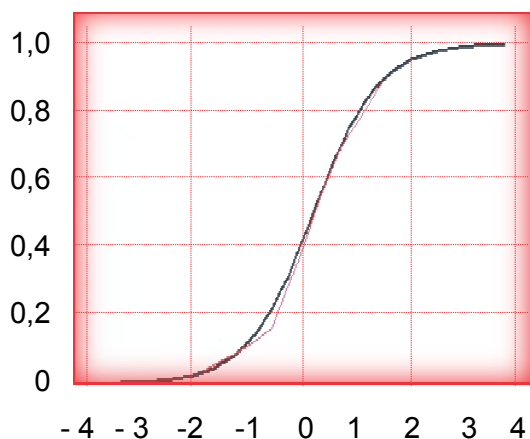
Položka č. 15 Obťažnosť 2,354
Rozlišovacia schopnosť 1,146



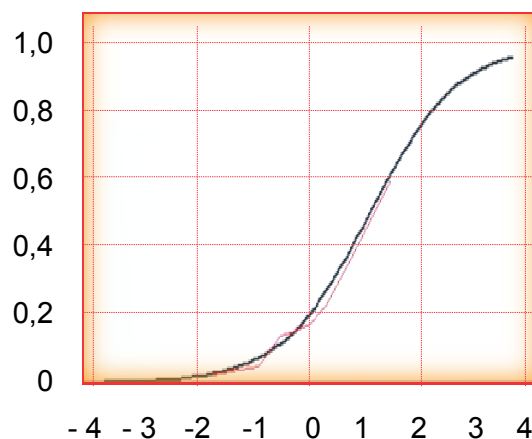
Položka č. 16 Obťažnosť – 1,438
Rozlišovacia schopnosť 0,757



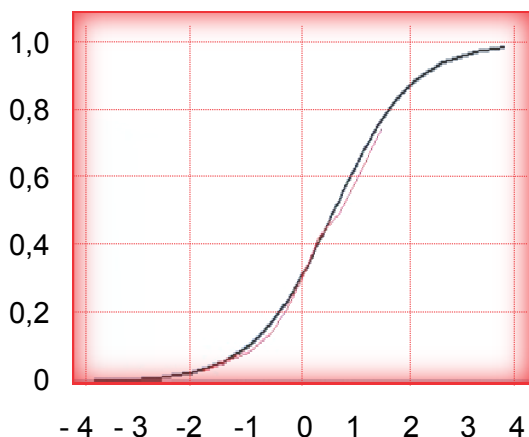
Položka č. 17 Obťažnosť 0,398
Rozlišovacia schopnosť 0,933



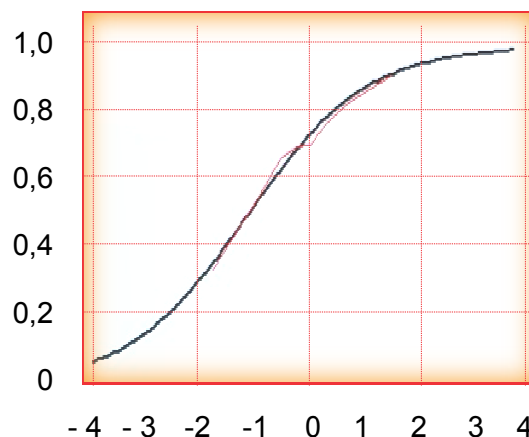
Položka č. 18 Obťažnosť 1,350
Rozlišovacia schopnosť 0,686



Položka č. 19 Obťažnosť 0,805
Rozlišovacia schopnosť 0,762



Položka č. 20 Obťažnosť – 1,046
Rozlišovacia schopnosť 0,510



Obr. 24 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede podľa úrovne schopnosti žiakov jednotlivých položiek v MAT13 – 8103 (na vodorovnej osi je zobrazená úroveň schopnosti žiaka, na zvislej osi pravdepodobnosť voľby správnej odpovede)

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

Na položky č. 1, 2 a 8 uviedli správnu odpoveď takmer všetci žiaci. Preto položky rozlíšili len úplne najslabších žiakov. Už aj priemerní žiaci mali pravdepodobnosť voľby správnej odpovede takmer 100 %.

Položka č. 16 patrila medzi ľahké položky, na ktorú priemerní žiaci uviedli správnu odpoveď s vysokou pravdepodobnosťou, preto dobre rozlíšila iba skupinu podpriemerných žiakov.

Položka č. 15 bola naopak pre žiakov veľmi obťažná. Položka dobre rozlišovala len v skupine vysoko nadpriemerných žiakov.

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

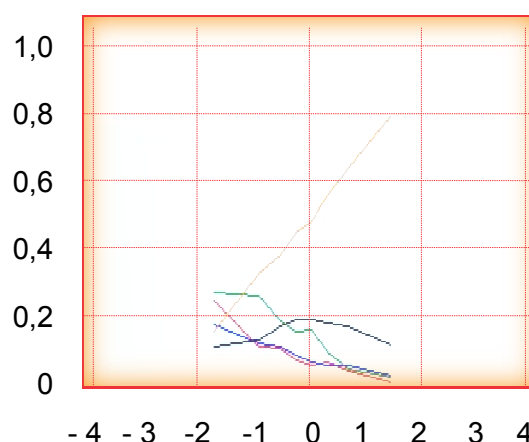
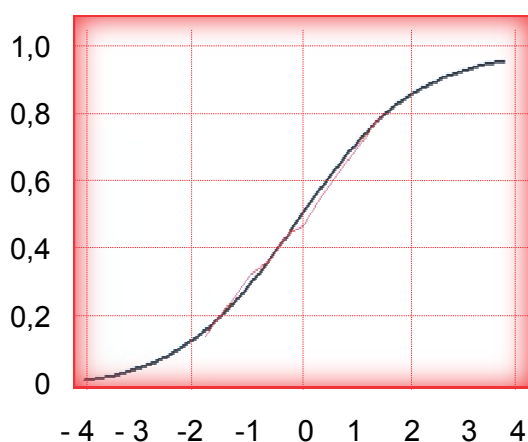
Na nasledujúcich obrázkoch pri položkách č. 21 až 30 s výberom odpovede prinášame okrem grafu závislosti pravdepodobnosti voľby správnej odpovede od úrovne schopnosti žiakov, obťažnosti a rozlišovacej schopnosti položky aj graf závislosti pravdepodobnosti výberu jednotlivých ponúkaných odpovedí od úrovne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

Položka č. 21

Obťažnosť 0,103

Rozlišovacia schopnosť 0,511

A B C D E



Obr. 25 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 21 v MAT13 – 8103

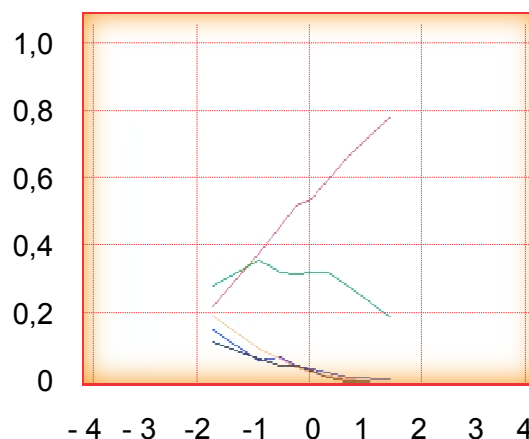
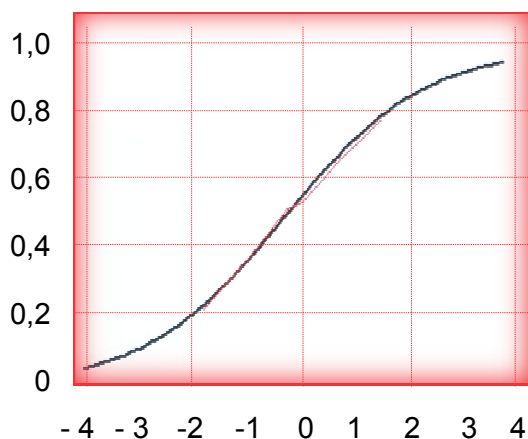
Položka č. 21 bola priemerne obťažná, s nižšou rozlišovacou schopnosťou. Žiaci dokázali vylúčiť jednotlivé distraktory.

Položka č. 22

Obťažnosť – 0,142

Rozlišovacia schopnosť 0,432

A B C D E



Obr. 26 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 22 v MAT13 – 8103

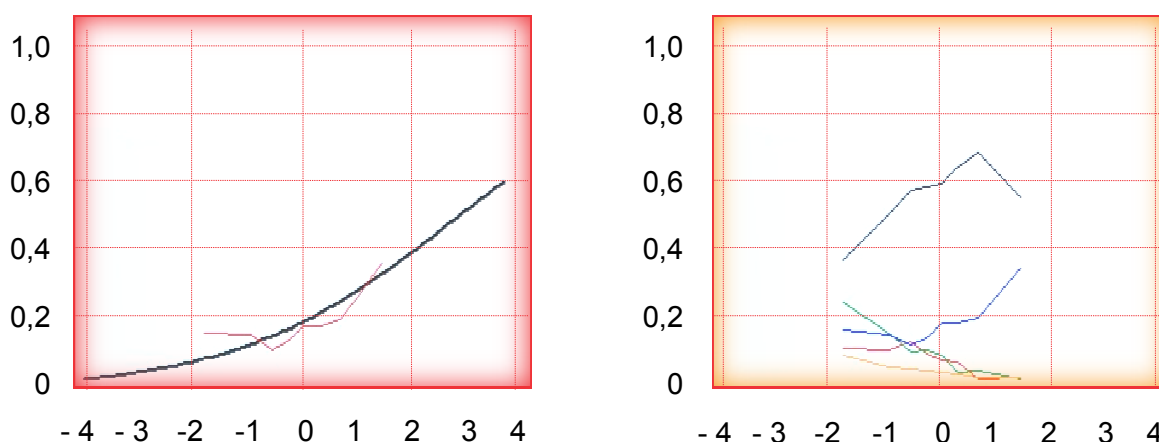
Položka č. 22 bola priemerne obťažná. Mala nízku rozlišovaciu schopnosť. Žiaci dokázali bez problémov vylúčiť distraktory (C), (D) a (E). Distraktor (B) bol atraktívny aj pre nadpriemerných žiakov.

Položka č. 23

Obťažnosť 3,106

Rozlišovacia schopnosť 0,278

A B C D E



Obr. 27 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 23 v MAT13 – 8103

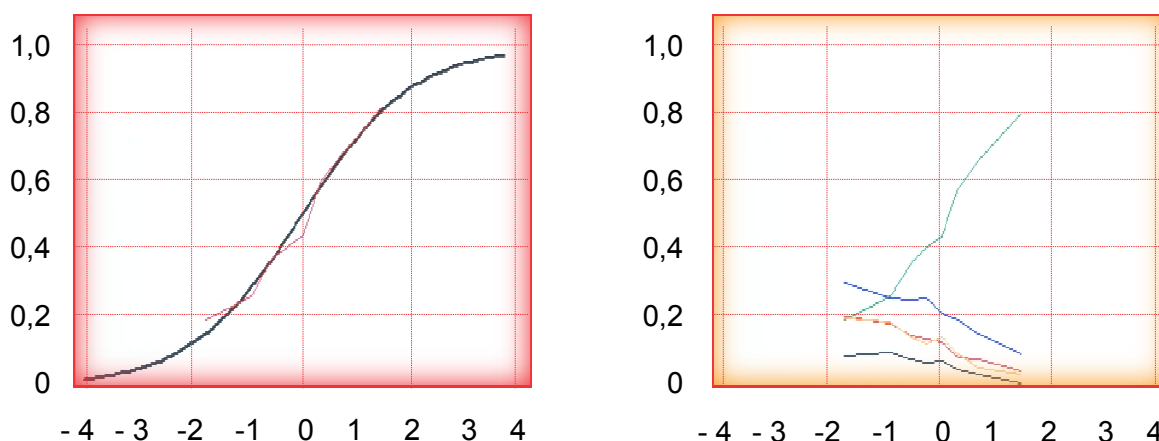
Položka č. 23 patrila medzi najobťažnejšie položky. Žiaci dokázali spoľahlivo vylúčiť distraktory (A), (B) a (D). Mimoriadne atraktívny pre žiakov bol distraktor (E). Mal vzrastajúcu tendenciu voľby, aj v skupine najlepších žiakov si ho vyberali s väčšou pravdepodobnosťou ako správnu odpoveď (C). Položka slabo korelovala so zvyškom testu.

Položka č. 24

Obťažnosť 0,171

Rozlišovacia schopnosť 0,546

A B C D E



Obr. 28 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 24 v MAT13 – 8103

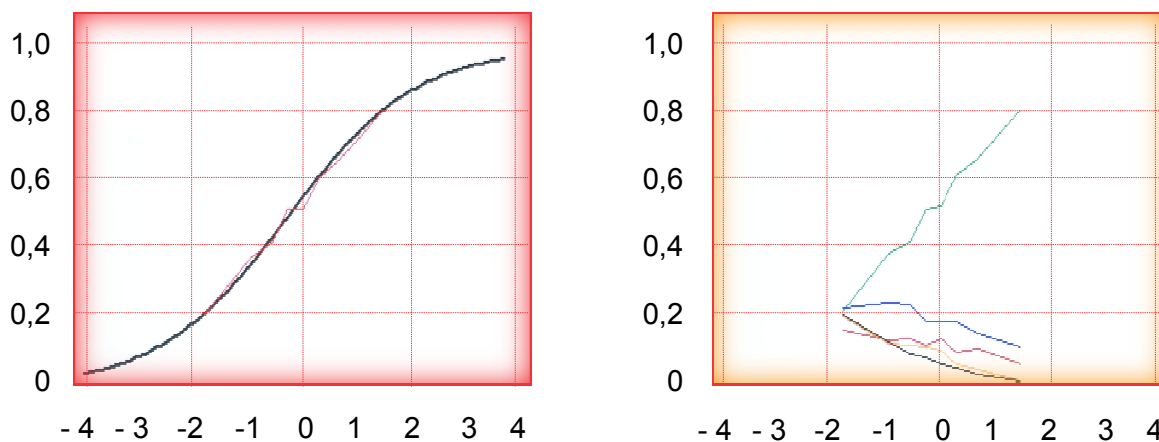
Položka č. 24 bola priemerne obťažná a mala priemernú rozlišovaciu schopnosť. Žiaci dokázali bez problémov vylúčiť všetky distraktory.

Položka č. 25

Obťažnosť – 0,098

Rozlišovacia schopnosť 0,474

A B C D E



Obr. 29 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 25 v MAT13 – 8103

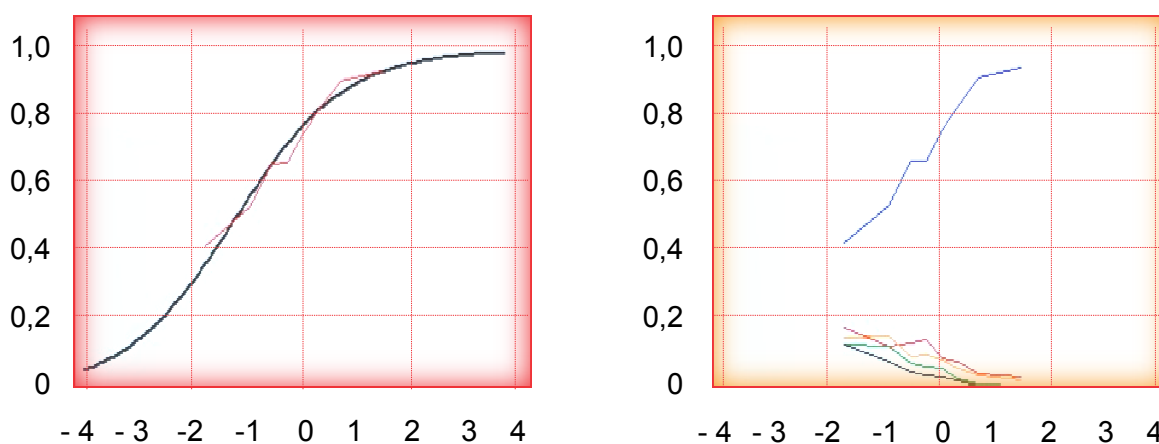
Položka č. 25 bola priemerne obťažná, s priemernou rozlišovacou schopnosťou. Žiaci dokázali vylúčiť jednotlivé distraktory.

Položka č. 26

Obťažnosť – 1,113

Rozlišovacia schopnosť 0,559

A B C D E



Obr. 30 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 26 v MAT13 – 8103

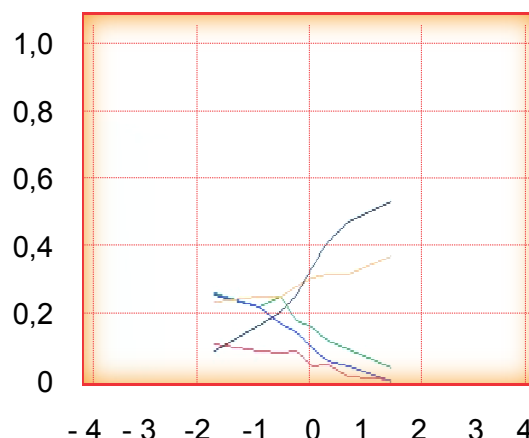
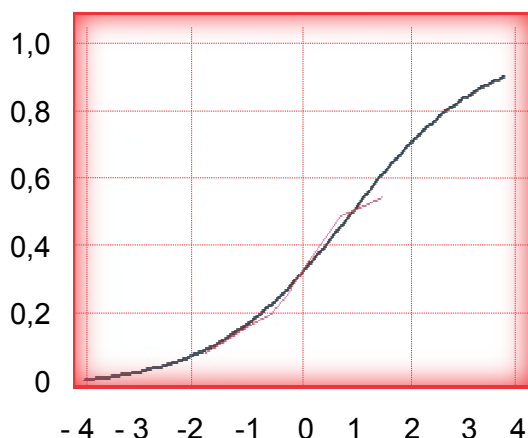
Položka č. 26 patrila medzi ľahšie položky. Mala priemernú rozlišovaciu schopnosť. Žiaci dokázali bez problémov vylúčiť všetky distraktory.

Položka č. 27

Obťažnosť 1,096

Rozlišovacia schopnosť 0,448

A B C D E



Obr. 31 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 27 v MAT13 – 8103

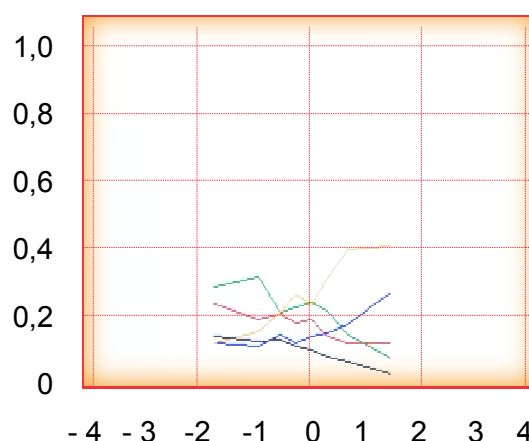
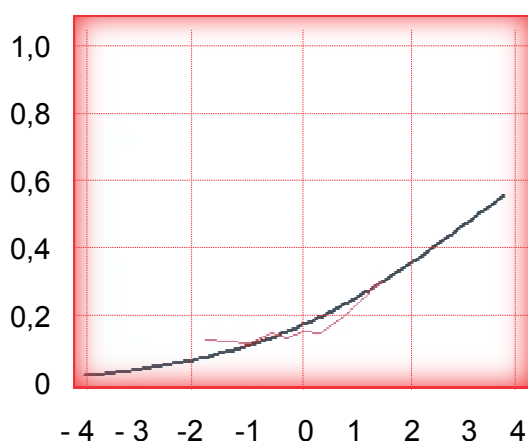
Položka č. 27 bola obťažnejšia a mala nízku rozlišovaciu schopnosť. Žiaci dokázali vylúčiť distraktor (A). Distraktory (B) a (C) boli atraktívnejšie, ale s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov klesala preferencia ich voľby. Najatraktívnejší bol distraktor (D), jeho voľba mala zvyšujúcu sa tendenciu s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov.

Položka č. 28

Obťažnosť 3,529

Rozlišovacia schopnosť 0,264

A B C D E



Obr. 32 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 28 v MAT13 – 8103

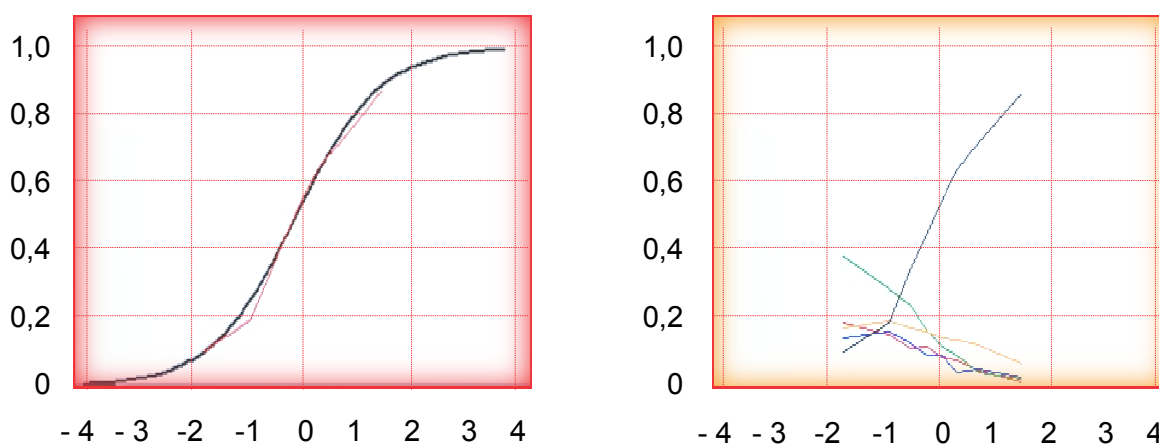
Položka č. 28 bola veľmi obťažná. Správnu odpoveď (C) zvolili len najlepší žiaci, pre ostatných lepších žiakov bol atraktívny distraktor (D). Žiaci spoľahlivo vylúčili distraktor (E). Distraktory (A) a (B) boli atraktívne približne rovnako pre všetky skupiny žiakov.

Položka č. 29

Obťažnosť 0,067

Rozlišovacia schopnosť 0,723

A B C D E



Obr. 33 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 29 v MAT13 – 8103

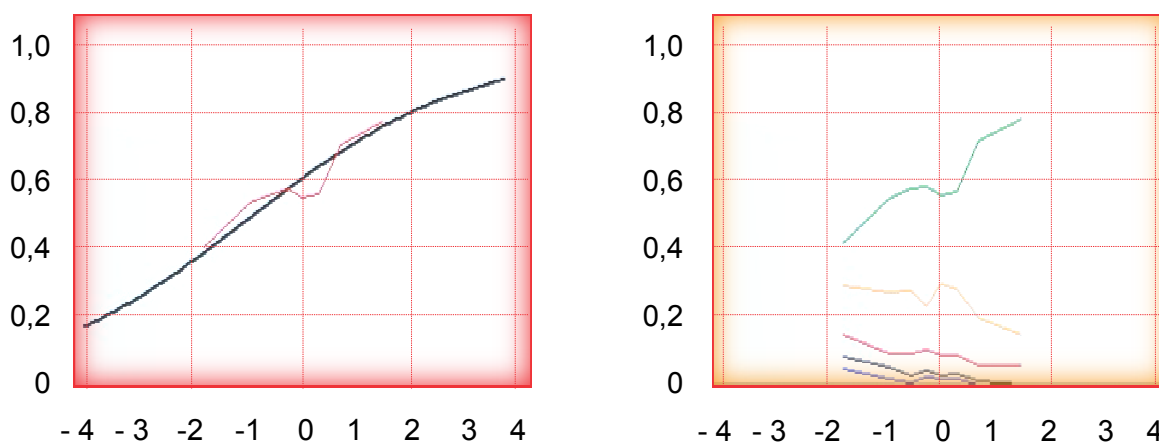
Položka č. 29 bola priemerne obťažná, s dobrou rozlišovacou schopnosťou. Žiaci dokázali spoľahlivo vylúčiť jednotlivé distraktory.

Položka č. 30

Obťažnosť – 0,855

Rozlišovacia schopnosť 0,278

A B C D E



Obr. 34 Pravdepodobnosť voľby správnej odpovede a výberu ponúkaných odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov, položka č. 30 v MAT13 – 8103

Položka č. 30 patrila medzi ľahšie položky. Mala veľmi nízku rozlišovaciu schopnosť. Žiaci dokázali bez problémov vylúčiť distraktory (A), (C) a (E). Distraktor (D) bol pre žiakov atraktívny, ale aj najslabší žiaci s väčšou pravdepodobnosťou vybrali správnu odpoveď (B).

5 Námety na zamyslenie

1. Rozdiel vo výkonoch žiakov GYM a SOŠ v MAT13

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

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

Podľa výsledkov MAT13 sa zdá, že GYM sa s týmto problémom popasovali úspešnejšie a pre žiakov zabezpečili možnosť voľby a absolvovania hodín voliteľných predmetov, na ktorých sa žiaci mohli viac-menej dostatočne pripraviť na MS z matematiky v aspoň takom rozsahu ako v minulosti. SOŠ v tejto oblasti zatiaľ zaostávajú. Legislatívne úpravy, ktoré vo vyšších ročníkoch SOŠ uprednostňujú vzdelávanie žiakov v odborných predmetoch, často nízky počet žiakov so záujmom o MS z matematiky v mnohých SOŠ a možnosť žiakov SOŠ konať MS z matematiky len ako dobrovoľnú skúšku sú zrejme najväčšími prekážkami pre SOŠ pri zabezpečovaní podmienok dostatočnej prípravy žiakov na MS z matematiky. Ak však budú žiaci SOŠ naďalej konať jednotnú MS z matematiky so žiakmi GYM a majú byť rovnocennými spolužiakmi absolventom GYM na matematických predmetoch vysokých škôl, je potrebné rozdiel vo výkonoch žiakov GYM a SOŠ v EČ MS z matematiky odstrániť.

2. Nízka úspešnosť žiakov v úlohách vyžadujúcich algebraické zručnosti

Najnižšiu úspešnosť v MAT13 žiaci dosiahli v úlohách, ktorých riešenie vyžadovalo zložitejší, rozsiahlejší výpočet s použitím premenných, rovníc a nerovníc. V týchto úlohách sme zároveň zaznamenali najvyššiu neriešenosť. Podobné zistenie sme pozorovali aj pri vyhodnotení výsledkov testov EČ MS z matematiky v minulých rokoch.

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

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

3. Korelácia známky z matematiky na polročnom vysvedčení s úspešnosťou žiaka v EČ MS

K úspešnému vykonaniu MS z matematiky je okrem absolvovania povinného predmetu matematika potrebná aj špeciálna príprava, najideálnejšie v škole v rámci viachodinového voliteľného predmetu s matematickým zameraním. Obsahovou náplňou takýchto voliteľných predmetov by malo byť najmä učivo obsiahnuté v cieľových požiadavkách z matematiky, s ktorým sa maturant neoboznámil na predmete matematika a tiež celková príprava budúcich maturantov na MS z matematiky. Preto polročné hodnotenie výkonu žiaka z takto zameraného voliteľného predmetu by viac vyhovovalo potrebám skúmania vzťahu medzi výkonom žiaka počas štúdia a v EČ MS z matematiky ako doteraz vyhodnocovaná korelácia medzi polročnou známkou z predmetu matematika a úspešnosťou v EČ MS z matematiky.

V súčasnosti absolvovanie voliteľného predmetu s matematickým zameraním pred MS pre žiaka nie je povinné. Preto v krajnom prípade, ak by žiak nenavštevoval pred MS žiadny voliteľný predmet pripravujúci na MS z matematiky a na MS by sa pripravoval samostatne, uviedol by posledné hodnotenie z predmetu matematika počas štúdia.

4. Zmeny v EČ MS z matematiky

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

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

Bohužiaľ, akceptácia tejto informácie zo strany vysokých škôl pri prijímacej skúške je aj po toľkých rokoch od zavedenia EČ MS veľmi nízka. Problémom môže byť aj to, ako porovnať a vyhodnotiť percentil žiakov absolvujúcich EČ MS v rôznych rokoch za sebou a hlásiacich sa spolu v jednom školskom roku na vysokú školu, prípadne výpovedná hodnota percentilu, ktorý je alebo bude spoločný pre všetkých žiakov konajúcich EČ MS v jednom školskom roku, ale v troch rôznych termínoch (riadny, náhradný, opravný), prípadne časové hľadisko neumožňujúce vysokým školám administratívne spracovať a zohľadniť výsledky EČ MS k termínu konania prijímacích skúšok na vysoké školy.

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

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

Z vyššie uvedeného vyplýva otázka, či rozlišovací test EČ MS z matematiky s 30-timi položkami (momentálne obsahujúci nižší počet obťažnejších položiek s vyššou úrovňou kognitívnej náročnosti vzhľadom na potrebu súčasného zisťovania absolútneho výkonu žiaka) neplní príliš veľa funkcií naraz, či ich plní relevantne a či plnenie všetkých uvedených funkcií je aj v súčasnosti potrebné.

Záver

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.

Test riešilo 8 203 maturantov. Počet žiakov v jednotlivých krajoch bol vyrovnaný. Podľa zriaďovateľa významne viac žiakov bolo zo štátnych škôl, zvyšok boli žiaci cirkevných a súkromných škôl. V rozdelení podľa druhu školy takmer dve tretiny žiakov boli žiaci gymnázií. Viac ako polovica maturantov bola zo škôl s celkovým počtom žiakov väčším ako 300 a menším ako 600. Podiel chlapcov a dievčat bol približne 2 : 1 v prospech chlapcov. Priemerná známka testovaných žiakov na polročnom vysvedčení z matematiky bola 2,01.

Priemerná úspešnosť celého súboru (národný priemer) bola 50,9 %. Ukázalo sa, že výkon žiakov podľa krajov bol vyrovnaný. Rozdiel vo výsledkoch medzi žiakmi škôl rôznych zriaďovateľov bol zanedbateľný. Z hľadiska druhu školy, výkon žiakov gymnázií (priemerná úspešnosť 58,1 %) bol silne vecne významne lepší ako výkon žiakov stredných odborných škôl, ktorých priemerná úspešnosť bola 37,4 %. Gymnazisti boli vo všetkých oblastiach testu lepší ako žiaci stredných odborných škôl. Rozdiely vo výsledkoch žiakov škôl s rôznym celkovým počtom žiakov sme nepozorovali. Aj keď test z matematiky písalo viac chlapcov ako dievčat, v porovnaní úspešnosti podľa pohlavia sme nezaznamenali štatisticky významný rozdiel. Rozdiely v úspešnosti chlapcov a dievčat sa nepotvrdili ani v jednotlivých oblastiach testu. Celkovo bol test z rodového hľadiska náročnosti položiek dobre vyvážený. Súlad polročnej klasifikácie žiakov z predmetu matematika a ich výkonu v teste bol väčší u žiakov gymnázií ako u žiakov stredných odborných škôl. 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. Reliabilita testu bola primeraná. Cronbachovo $\alpha = 0,84$ potvrdilo vysokú presnosť merania. Aj ďalšie parametre testu svedčili o uspokojivej rozlišovacej sile testu. O kvalite testu vypovedala aj kvalita jednotlivých položiek: obťažnosť, citlivosť, neriešenosť a predovšetkým konzistentnosť položiek (medzipoložková korelácia). Nepriaznivú hodnotu niektorej štatistickej charakteristiky vykázalo dvanásť položiek testu. Položky č. 1, 2, 8 a 16 obťažnosť vyššiu ako 80 %, položka č. 15 obťažnosť nižšiu ako 20 %, položky č. 18 a 19 neriešenosť vyššiu ako 30 %, položky č. 1, 2, 15, 23 a 28 citlivosť nižšiu ako 30 % a položky č. 1, 2, 15, 22, 23, 27, 28 a 30 koeficient medzipoložkovej korelácie nižší ako 0,30.

Vyhodnotenie úspešnosti žiakov v jednotlivých oblastiach konštatuje primerané výsledky pri riešení príkladov známych z učebníc a zbierok úloh. Žiaci v podstate bez problémov riešili úlohy, ktoré vyžadovali jednoduchú aplikáciu poznatkov. Podrobná analýza položiek ukázala, že žiaci mali problém riešiť náročnejšie úlohy vyžadujúce vzájomné prepojenie poznatkov a využitie algebraického výpočtu. Prejavila sa značná neochota veľkej skupiny žiakov riešiť tieto úlohy. Opäť sme zaznamenali nižšiu priemernú úspešnosť žiakov pri riešení úloh z tematického celku Funkcie. Ukázali sa aj pretrvávajúce nedostatky pri riešení výpočtových úloh z geometrie, najmä u žiakov stredných odborných škôl.

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

Vo vyučovaní je potrebné klásť dôraz na úlohy a zadania vyžadujúce tvorivý prístup žiaka, aplikáciu a vzájomné prepojenie poznatkov z rôznych oblastí matematiky, prácu s informáciami, grafmi, tabuľkami. V ešte väčšej miere je nutné precvičovať stratégiu riešenia metrických úloh v planimetrii a stereometrii. Dostatočný priestor je potrebné venovať matematizácii problémov z bežného života, precvičovaniu algebraických zručností potrebných pri vysokoškolskom štúdiu a úlohám podporujúcim pozornosť, sústredenosť a dôslednosť žiaka počas ich riešenia a tvorby záveru.

Literatúra

1. Burjan, V.: Tvorba a využívanie školských testov vo vzdelávacom procese. Exam: Bratislava 1999.
2. Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky. ŠPÚ: Bratislava 2008.
3. Hajdúk, M.: Psychometrická analýza testu RT EČ MS 2013 a jeho položiek prostredníctvom teórie odpovede na položku (IRT). Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2013.
4. Hajdúk, M.: Teória odpovede na položku. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2013.
5. Hendl, J.: Přehled statistických metod zpracování dát. Portál: Praha 2004.
6. Hrabal, V. – Lustigová, Z. – Valentová, L.: Testy a testování ve škole. Pedagogická fakulta UK: Praha 1992.
7. Grošeková, M.: Jazykové skúšky a štandardizované testy 1. časť. In: Bulletin SAIA Slovenská akademická informačná agentúra, Informačný mesačník o štúdiu v zahraničí č. 9, ročník XIV, september 2004.
8. Jelínek, M. – Květon, P. – Vobořil, D.: Testování v psychologii. Teorie odpovědi na položku a počítačové adaptivní testování. Grada Publishing: Praha 2011.
9. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2010.
10. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Maturitná skúška 2011. Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2011.
11. Juščáková, Z. – Kelecsényi, P.: Maturitná skúška 2012. Správa o výsledkoch externej časti maturitnej skúšky z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2012.
12. Juščáková, Z. – Ringlerová, V.: Príručka. Vysvetlenie pojmov používaných v správach zo štatistického spracovania testov EČ MS. NÚCEM: Bratislava 2009.
13. Kolektív: Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
14. Špecifikačná tabuľka testu z matematiky. Interný materiál. NÚCEM: Bratislava 2012.
15. Lapička, M.: Tvorba a použitie didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 1996.
16. Ringlerová, V.: Externá časť maturitnej skúšky 2013. Záverečná správa zo štatistického spracovania testu z matematiky. NÚCEM: Bratislava 2013.
17. Ritomský, A. – Zelmanová, O.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní. Položková a multivariačná analýza s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2003.
18. Ritomský, A. – Zelmanová, O. – Zelman, J.: Štatistické spracovanie a analýza dát rozsiahlych monitorovaní s využitím systému SPSS. ŠPÚ: Bratislava 2002.

19. Rosa, V.: Metodika tvorby didaktických testov. ŠPÚ: Bratislava 2007.
20. SPSS Base 10.0 User`s Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1999.
21. SPSS Base 7.0 Syntax Reference Guide. by SPSS Inc.: Chicago 1996.
22. Standardy pro pedagogické a psychologické testování. Testcentrum: Praha 2001.
23. Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie. ŠPÚ: Bratislava 2009.
24. Štátny vzdelávací program. Matematika (Vzdelávacia oblasť: Matematika a práca s informáciami). Príloha ISCED 3A. ŠPÚ: Bratislava 2009.
25. Turek, I.: Učiteľ a didaktické testy. Metodické centrum: Bratislava 1996.
26. Turek, I.: Učiteľ a pedagogický výskum. Metodické centrum: Bratislava 1998.
27. Urbánek, T. – Denglerová, D. – Sirůček, J.: Psychometrika. Měření v psychologii. Portál: Praha 2011.
28. Vzdelávací štandard pre študijné odbory, ktorých absolvovaním žiak získa úplné stredné odborné vzdelanie. ŠPÚ: Bratislava 2013.
29. Wimmer, G.: Štatistické metódy v pedagogickom výskume. Gaudeamus: Hradec Králové 1993.
30. URL: http://www.scio.cz/tvorba_testu/teorie_testu/index.asp (05. 08. 2013)

Príloha – Vysvetlenie niektorých použitých pojmov

Klasická teória testovania (Classical Test Theory – CTT)

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

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

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

(priem. úsp. – 1,96 . štand. odchýlka; priem. úsp. + 1,96 . štand. odchýlka),
v ktorom sa umiestnilo 95 % testovaných žiakov.

Štandardná chyba priemernej úspešnosti určuje presnosť vypočítania priemernej úspešnosti. Čím menšia je štandardná chyba priemernej úspešnosti, tým presnejšie charakterizuje priemerná úspešnosť testovaných žiakov. Pomocou štandardnej chyby priemernej úspešnosti určujeme **interval spoľahlivosti pre priemernú úspešnosť**

(priem. úsp. – 1,96 . štand. ch. priem. úsp.; priem. úsp. + 1,96 . štand. ch. priem. úsp.),
v ktorom sa s 95 % – nou pravdepodobnosťou nachádza priemerná úspešnosť celého súboru.

Štandardná chyba merania je ukazovateľom presnosti merania. Čím je menšia, tým presnejšie je určený **intervalový odhad úspešnosti individuálneho žiaka**

(priem. úsp. – 1,96 . štandardná ch. merania; priem. úsp. + 1,96 . štandardná ch. merania),
v ktorom sa s 95 % – nou pravdepodobnosťou nachádza úspešnosť individuálneho žiaka.

Reliabilita testu (spoľahlivosť merania) určuje, do akej miery sa podarilo v teste vylúčiť vplyv náhodnosti, či by testovaní žiaci dosiahli rovnaké alebo podobné výsledky pri opakovanom testovaní podobnými úlohami. Koeficientom reliability testu je **Cronbachovo alfa**.

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

Tab. 43 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. 44 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 vzťah medzi úspešnosťou žiaka v položke a celkovou úspešnosťou žiaka v teste. 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. 45 Klasifikácia položiek podľa *P. Bis.*

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

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

1. Podiel žiakov, ktorí si vybrali správnú 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 správnú odpoveď. Pri nedodržaní tohto kritéria je hodnota zvýraznená červenou farbou.
3. Hodnota *P. Bis.* nesprávnej odpovede (distraktora) by mala byť záporná. Distraktory by si mali vybrať žiaci v teste celkove menej úspešní. Pri nedodržaní tohto kritéria je hodnota zvýraznená hnedou farbou.

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

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

Tab. 46 Rozdelenie položiek podľa citlivosti

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

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

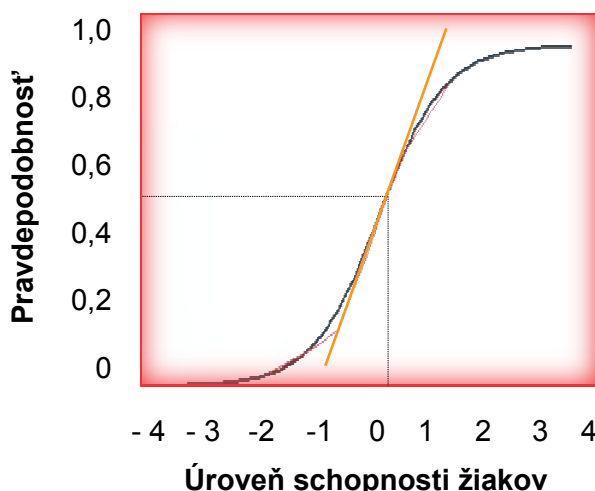
Žiak vynechal položku, ak na danú úlohu neodpovedal, ale na niektorú ďalšiu úlohu áno. Za nedosiahnutú považujeme položku, po ktorej už žiak žiadnu položku neriešil. Nedosiahnutosť poslednej položky určujeme ako nedosiahnutosť predposlednej položky. Za kritickú považujeme hodnotu neriešenosti vyššiu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

Teória odpovede na položku (Item Response Theory – IRT)

Pri vyhodnocovaní testu MAT13 a jeho položiek sa použil dvojparametrový model. Vyhodnocovanými parametrami boli obťažnosť položky a rozlišovacia schopnosť položky.

Najprv sa hľadal najvhodnejší dvojparametrový model vhodný pre vyhodnotenie výsledkov testu MAT13 a jeho položiek overovaním zhody vybraných modelov so vstupnými dátami – výsledkami žiakov. Po výbere najvhodnejšieho modelu sa pomocou modelu odhadli parametre a charakteristická krivka každej položky testu (kalibrácia položiek) a úroveň schopnosti jednotlivých testovaných žiakov.

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



Obr. 35 Pravdepodobnosť výberu správnej odpovede na položku podľa úrovne schopnosti žiakov

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

Rozlišovacia schopnosť položky vyjadruje, ako kvalitne položka rozlišuje žiakov podľa pravdepodobnosti určenia správnej odpovede na základe schopnosti žiakov. Číselne sa určuje ako smernica dotyčnice charakteristickej krivky položky v bode, v ktorom pravdepodobnosť voľby správnej odpovede na položku dosahuje hodnotu 0,5 (priamka zobrazená oranžovou farbou na Obr. 35). Čím je charakteristická krivka položky strmšia, tým väčšia je hodnota rozlišovacej schopnosti položky a tým lepšie položka rozlišuje žiakov. Rozlišovacia schopnosť položiek, pri ktorých sa so zvyšovaním úrovne schopnosti žiakov zvyšuje aj pravdepodobnosť výberu správnej odpovede (rastúci priebeh charakteristickej krivky položky), sa nachádza najčastejšie v intervale $(0; 2)$. Za veľmi dobre rozlišujúce položky pre žiakov všetkých úrovní matematickej schopnosti považujeme položky s hodnotou rozlišovacej schopnosti vyššou ako 1,0, ktoré zároveň nie sú veľmi ľahké alebo veľmi obťažné.

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

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

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

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

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

Príklad:



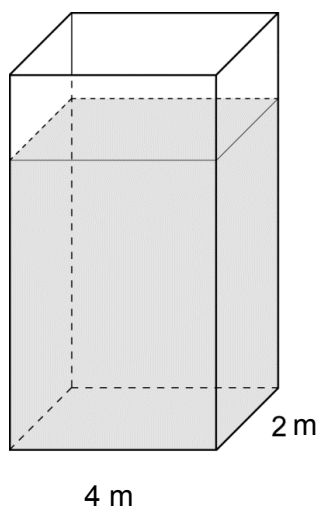
Obr. 36 Pravdepodobnosť výberu odpovedí podľa úrovne schopnosti žiakov

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

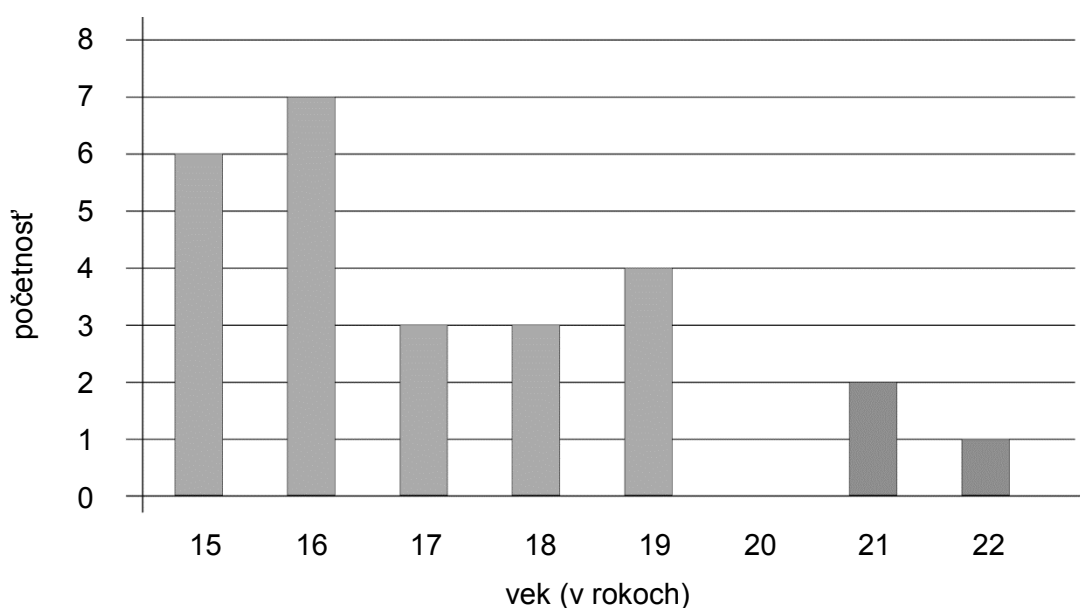
Pravdepodobnosť výberu distraktorov sa s rastúcou úrovňou schopnosti žiakov zmenšovala a nadpriemerní žiaci (s úrovňou schopnosti vyššou ako 0,0) si volili častejšie správnu odpoveď (E) než distraktory. Zo strmosti priebehu krivky pravdepodobnosti výberu správnej odpovede (E) zobrazenej čiernou farbou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

Zadania úloh testu MAT13 – 8103

- 01.** Päťnásobok neznámeho čísla zmenšený o 21 je práve toľko, koľko je dvojnásobok neznámeho čísla zväčšený o 15. Nájdite neznáme číslo.
- 02.** Nádrž tvaru kvádra má vnútorné rozmery vodorovného dna uvedené na obrázku. Hladina vody v nádrži siaha do výšky 980 cm. Koľko metrov kubických vody je v nádrži?

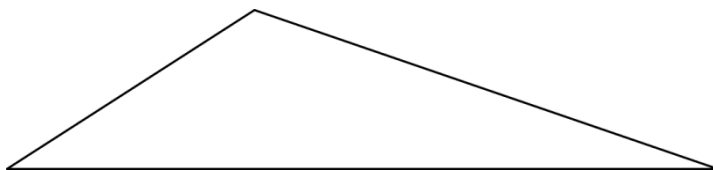


- 03.** Populácia mravcov vzrastie za jeden týždeň o 5 %. Vypočítajte, o koľko percent vzrastie populácia mravcov takýmto tempom rastu za osem týždňov.
- 04.** Vypočítajte polomer kružnice k určenej rovnicou $x^2 + y^2 - 24x + 10y = 0$.
- 05.** Na obrázku je znázornené vekové zloženie členov turistického krúžku.



Zistite v rokoch medián veku členov turistického krúžku.

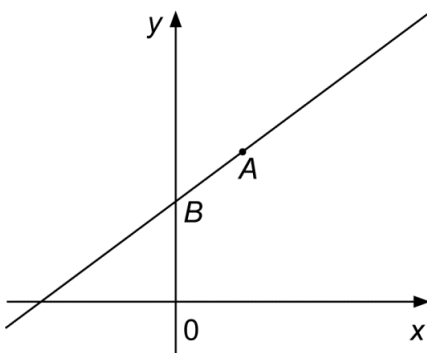
- 06.** Dĺžky strán trojuholníka sú 3 cm, 4 cm a 6 cm. Určte v stupňoch veľkosť tupého vnútorného uhla trojuholníka.



- 07.** Presná hodnota čísla $17!$ je 355 687 428 096 000. Hodnota čísla $17!$ zobrazená po výpočte na kalkulačke je $3,556874281 \cdot 10^{14}$. Vypočítajte rozdiel hodnoty čísla $17!$ zobrazenej na kalkulačke a presnej hodnoty čísla $17!$.

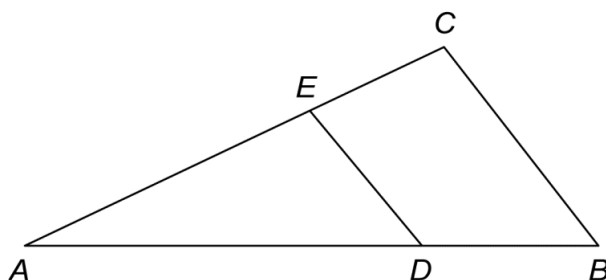
- 08.** V triede je 30 žiakov. Piaty žiaci triedy mali na koncoročnom vysvedčení z matematiky trojku, ostatní žiaci triedy jednotku alebo dvojku. Priemer známok z matematiky všetkých žiakov triedy na koncoročnom vysvedčení bol 1,9. Zistite, koľko žiakov triedy malo na koncoročnom vysvedčení jednotku z matematiky.

- 09.** Graf lineárnej funkcie má smernicu 2, prechádza bodom $A [2; 8]$ a súradnicovú os y pretína v bode B (pozrite obrázok). Určte vzdialenosť bodu B od začiatku súradnicovej sústavy $O [0; 0]$.

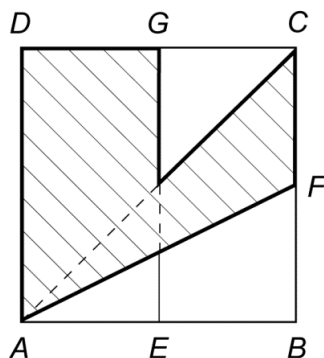


- 10.** Vypočítajte koreň rovnice $\log x + \log(x + 3) = 1$.

- 11.** Trojuholník ABC a trojuholník ADE sú podobné (pozrite obrázok). Vypočítajte v centimetroch štvorcových obsah trojuholníka ABC , ak dĺžka strany DE je 12 cm, dĺžka strany BC je 16 cm a obsah trojuholníka ADE je 27 cm^2 .



12. Dĺžky strán pravouhlého trojuholníka sú tri za sebou nasledujúce členy aritmetickej postupnosti. Dlhšia odvesna má dĺžku 24 cm. Vypočítajte v centimetroch dĺžku prepony trojuholníka.
13. Dĺžka strany štvorca $ABCD$ je 5 cm. Body E , F a G sú stredy strán štvorca (pozrite obrázok). Vypočítajte v centimetroch štvorcových obsah vyšrafovej časti štvorca $ABCD$.

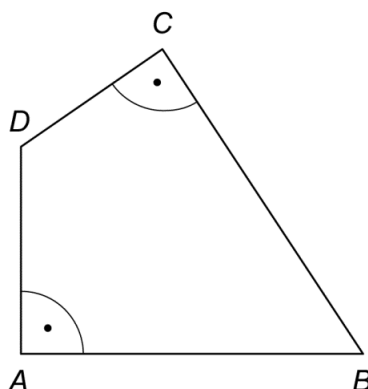


14. Určte najmenšie celé číslo x , ktoré je riešením nerovnice $\sqrt{17 - 15x - 2x^2} > 0$.
15. V tabuľke na obrázku je harmonogram sobotňajších tenisových tréningov mladších žiakov počas zimnej halovej sezóny. Pred začiatkom letnej sezóny sa pripravuje nový harmonogram tréningov. Tomáš Kučera bude môcť trénovať len predpoludním, sestry Kováčové budú musieť trénovať v ľubovoľnom poradí za sebou. Ostatným žiakom vyhovujú všetky termíny. Koľko rôznych harmonogramov tenisových tréningov za uvedených podmienok je možné vytvoriť pre týchto osem žiakov?

Zimná sezóna	
čas	sobota
9:00 – 9:55	Jana Abrahámová
10:00 – 10:55	Tomáš Kučera
11:00 – 11:55	Beata Hrubá
12:00 – 12:55	Dana Ihringová
13:00 – 13:55	Ingrid Hájková
14:00 – 14:55	Katarína Kováčová
15:00 – 15:55	Zuzana Kováčová
16:00 – 16:55	Peter Valent

Letná sezóna	
čas	sobota
9:00 – 9:55	
10:00 – 10:55	
11:00 – 11:55	
12:00 – 12:55	
13:00 – 13:55	
14:00 – 14:55	
15:00 – 15:55	
16:00 – 16:55	

16. Vo štvoruholníku $ABCD$ s dĺžkami strán $|AB| = 9$, $|BC| = 11$ a $|CD| = 3$ sú vnútorné uhly pri vrchoch A a C pravé (pozrite obrázok). Určte dĺžku strany AD štvoruholníka $ABCD$.



17. Ťažisko rovnostranného trojuholníka ABC leží v začiatku súradnicovej sústavy $O [0; 0]$ a vrchol C má súradnice $[0; 4]$. Vypočítajte súčet súradníc všetkých vrcholov trojuholníka ABC .
18. Vandal vytrhol z knihy jeden list, na ktorom boli dve očíslované strany. Súčet čísel zvyšných strán knihy bol 7 495. Zistite, koľko očíslovaných strán mala pôvodne kniha, ak číslovanie strán knihy začalo číslom 1.
19. Obsah plášťa kužeľa je 4 cm^2 , obsah podstavy kužeľa je 2 cm^2 . Určte v stupňoch uhol (odchýlku) strany kužeľa a roviny podstavy kužeľa.
(Strana kužeľa je úsečka spájajúca vrchol kužeľa s ľubovoľným bodom kružnice podstavy. Všetky strany kužeľa tvoria plášť kužeľa.)
20. Určte najmenšie prirodzené číslo, ktorého súčin cifier je 240.
21. Určte počet koreňov rovnice $\sin x = \frac{1}{2}$ patriacich do intervalu $(-570^\circ; 570^\circ)$.

- (A) 3
- (B) 4
- (C) 5
- (D) 6
- (E) 7

22. Obvod a obsah kruhu sú vyjadrené rovnakým číslom x cm a x cm². Určte v centimetroch priemer kruhu.

- (A) 4
- (B) 2
- (C) 1
- (D) π
- (E) 4π

23. Simona má dva žreby, každý z inej lotérie. V prvej lotérii je 150 000 žrebov a z nich vyhráva 50 000, v druhej lotérii je 500 000 žrebov a z nich vyhráva 200 000 žrebov. Aká veľká je pravdepodobnosť, že vyhrá aspoň jeden Simonin žreb?

- (A) $\frac{1}{3}$
- (B) $\frac{2}{5}$
- (C) $\frac{3}{5}$
- (D) $\frac{2}{3}$
- (E) $\frac{11}{15}$

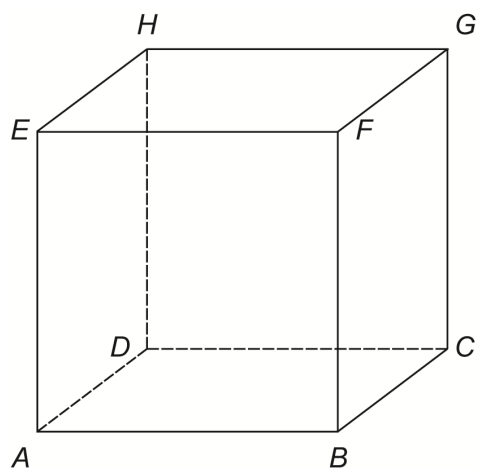
24. Určte súradnice bodov, v ktorých sa pretínajú grafy funkcií $f(x) = x^2 + 2x - 14$ a $g(x) = x - 2$. Najväčšia zo súradníc priesečníkov grafov funkcií je

- (A) 2.
- (B) 3.
- (C) 4.
- (D) 5.
- (E) 6.

25. Dĺžka hrany kocky $ABCDEFGH$ je 4 cm.

Vypočítajte povrch ihlana $ABCDH$.

- (A) $\frac{64}{3}$ cm³
- (B) $32 + 16\sqrt{2}$ cm³
- (C) $32 + 16\sqrt{3}$ cm³
- (D) 96 cm³
- (E) 32 cm³



26. Ak výrok $B \wedge C$ je pravdivý a výrok $B \Rightarrow A$ je nepravdivý, potom pre pravdivostnú hodnotu výrokov A, B, C platí:

- (A) výrok A je pravdivý, výrok B je pravdivý, výrok C je pravdivý
- (B) výrok A je pravdivý, výrok B je pravdivý, výrok C je nepravdivý
- (C) výrok A je nepravdivý, výrok B je pravdivý, výrok C je pravdivý
- (D) výrok A je pravdivý, výrok B je nepravdivý, výrok C je pravdivý
- (E) výrok A je nepravdivý, výrok B je nepravdivý, výrok C je pravdivý

27. Dané sú funkcie f_1 až f_6 :

$$f_1: y = -\frac{4}{3}x$$

$$f_4: y = x^3 - 5$$

$$f_2: y = x^2 - x + 2$$

$$f_5: y = \log_2 x$$

$$f_3: y = \frac{x}{x+1}$$

$$f_6: y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$$

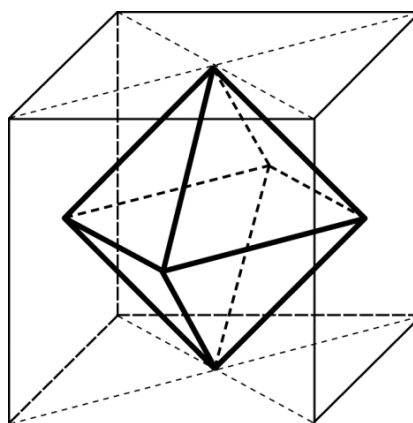
Vyberte možnosť, v ktorej sú z daných funkcií f_1 až f_6 uvedené len všetky funkcie rastúce na celom svojom definičnom obore.

- (A) f_1, f_6 ,
- (B) f_2, f_4, f_5
- (C) f_2, f_3, f_4
- (D) f_3, f_4, f_5
- (E) f_4, f_5

28. Šperk je vyrobený tak, že pravidelný osemsten zo zlata je zaliaty do kocky zo skla (pozrite obrázok). Určte pomer objemu skla a objemu zlata v šperku.

(Pravidelný osemsten je teleso, ktoré vznikne zjednotením dvoch zhodných pravidelných ihlanov so spoločnou štvorcovou podstavou. Steny ihlanov sú rovnostranné trojuholníky.)

- (A) 3 : 1
- (B) 4 : 1
- (C) 5 : 1
- (D) 6 : 1
- (E) 8 : 1



29. Určte počet celých čísel, ktoré vyhovujú nerovnici $|x - 4| < 2\pi$.

- (A) 9
- (B) 10
- (C) 11
- (D) 12
- (E) 13

30. Ktorá kocka mohla byť zložená z nasledujúcej siete?

