DOI: https://doi.org/10.54937/ssf.2022.21.1.41-48

Kvantitatívna analýza úloh z T5

Quantitative Analysis of T5 Tasks

Mária Jurečková, Lenka Valentová

Abstract

In school mathematics there are specific areas – critical areas that students do not manage repeatedly and for a long time at such a level that their mathematical literacy develops productively. The aim of our paper is to identify critical areas in school mathematics using quantitative analysis of the results of long-term testing of students.

Keywords: Critical areas. School mathematics. Nationwide testing of 5th grade pupils. Quantitative analysis.

Úvod

Slovenskí žiaci sa dlhodobo zúčastňujú celonárodných a tiež medzinárodných testovaní, ktoré pravidelne zisťujú a hodnotia úroveň matematickej gramotnosti žiakov a získané výsledky následne komparujú s výsledkami zvyšných zúčastnených krajín. Analýza výsledkov týchto testovaní môže prispieť k návrhom na skvalitnenie vyučovacieho procesu v jednotlivých krajinách, či môže slúžiť ako inšpirácia pre ďalšie výskumy.

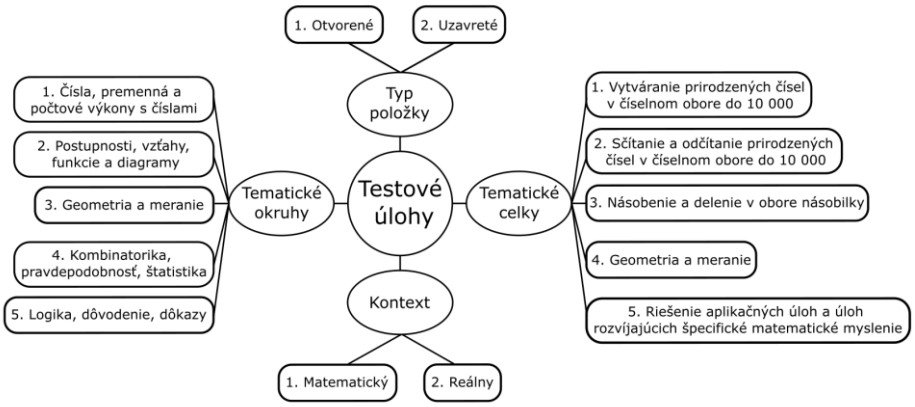
Českí pedagógovia z Karlovej univerzity v Prahe, N. Vondrová, M. Rendl a kol. skúmali výsledky medzinárodných testovaní a zistili, že v niektorých oblastiach školskej matematiky českí žiaci opakovane zlyhávajú. Tieto oblasti matematiky nazvali kritické miesta matematiky (Rendl, Vondrová a kol., 2013). Výskum pedagógov z Karlovej univerzity v Prahe nás inšpiroval k podobnému výskumu na Slovensku.

Metodika kvantitatívneho výskumu

Z dôvodu získania čo najobjektívnejšej informácie o tom, ktoré oblasti školskej matematiky sú pre žiakov problémové, rozhodli sme sa pre náš výskum použiť viacročné výsledky celoslovenského testovania T5 z matematiky. Celonárodné testovanie piatakov je organizované Národným ústavom certifikovaných meraní vzdelávania od roku 2016 a jeho cieľom je objektívne zhodnotiť úroveň matematickej gramotnosti žiakov. Testy sú vytvorené na základe obsahových a výkonových štandardov uvedených v inovovanom Štátnom vzdelávacom programe pre primárne a sekundárne vzdelávanie (NÚCEM).

Vzhľadom na to, že obdobie pandémie neumožnilo realizáciu testovania v rokoch 2020 a 2021, budeme pracovať s výsledkami testov T5 z rokov 2016-2019.

Všetky úlohy sú kategorizované podľa revidovanej Bloomovej taxonómie kognitívnych cieľov od úrovne zapamätať si, až po úroveň hodnotiť. Úlohy sú delené do viacerých oblastí aj na základe ďalších aspektov (NÚCEM). Schéma kategorizácie testových úloh T5 je zobrazená v nasledujúcom diagrame (Obr. 1).



Obr. 1 Kategorizácia testových úloh z celonárodného testovania (spracované na základe NÚCEM, 2019 a; NÚCEM, 2019 b)

V rámci výskumu sledujeme obťažnosť jednotlivých úloh. Obťažnosť úloh je vyjadrená podielom počtu žiakov, ktorí položku vyriešili správne a počtu všetkých testovaných žiakov. Za správnu odpoveď na testovú položku žiak získal 1 bod a za nesprávnu odpoveď žiak nezískal žiaden bod. Čím vyššia je hodnota obťažnosti položky, tým väčšia časť žiakov na položku odpovedala správne, tým bola položka ľahšia (Balgová, 2020).

Obťažnosť jednotlivých úloh budeme analyzovať z pohľadu ich zaradenia do jednotlivých kategórií, či už z pohľadu tematických okruhov, celkov a kontextu. Vzhľadom na to, že každú zo sledovaných úloh riešilo viac ako 35 000 žiakov, je sledovaný znak z pohľadu štatistiky veľmi významný.

Výskumná vzorka

Výskumnú vzorku, ktorú sme analyzovali v rámci vybraných štatistických procedúr, tvorí 120 úloh, ktoré boli v rokoch 2016-2019 použité v T5 z matematiky. NÚCEM nám poskytol databázu relevantných údajov o jednotlivých úlohách. Obsahuje charakteristiku každej úlohy z pohľadu jej obťažnosti a zaradenia podľa jednotlivých kategórií (viď obr. 1).

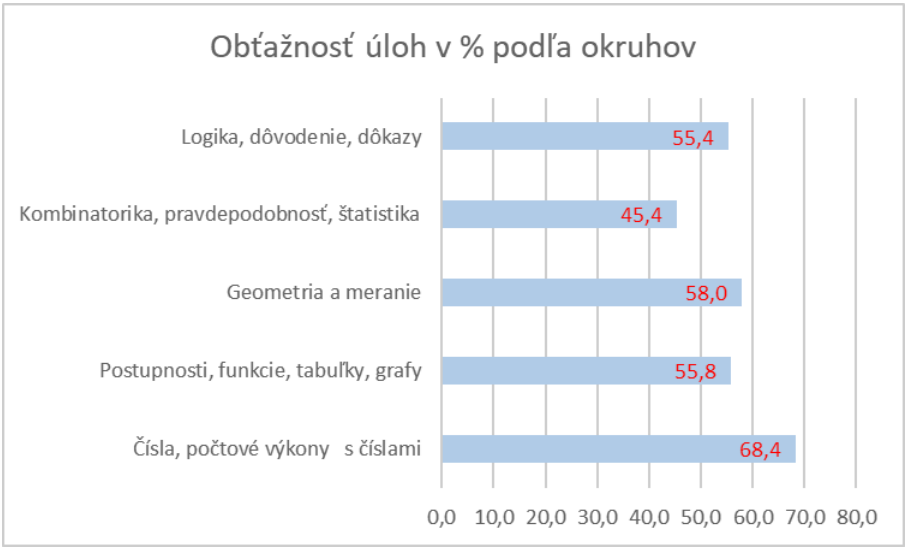
Kvantitatívna analýza úloh

Analýzu obťažnosti úloh použitých v testoch začneme deskriptívnou štatistikou obťažnosti úloh výskumnej vzorky. Nasledujúca tabuľka obsahuje rozdelenie počtu úloh podľa tematických okruhov a kontextu.

Tab. 1 Rozdelenie počtu úloh T5 podľa tematických okruhov a kontextu

POČET ÚLOH (T5)	**KONTEXT**		
OKRUH	**Matematický**	**Reálny**	**SPOLU**
1 Čísla, počtové výkony s číslami	32	28	**60**
2 Postupnosti, funkcie, tabuľky, diagramy	4	9	**13**
3 Geometria a meranie	15	11	**26**
4 Kombinatorika, pravdepodobnosť, štatistika	1	10	**11**
5 Logika, dôvodenie, dôkazy	1	9	**10**
SPOLU	**53**	**67**	**120**

Z tabuľky 1 vidíme, že dominantné zastúpenie v T5 mali úlohy z tematického okruhu *Čísla, počtové výkony s číslami* a takmer pätinu úloh bola z okruhu *Geometria a meranie*. V nasledujúcom Grafe 1 je prezentované porovnanie priemernej obťažnosti úloh z T5 podľa okruhov.

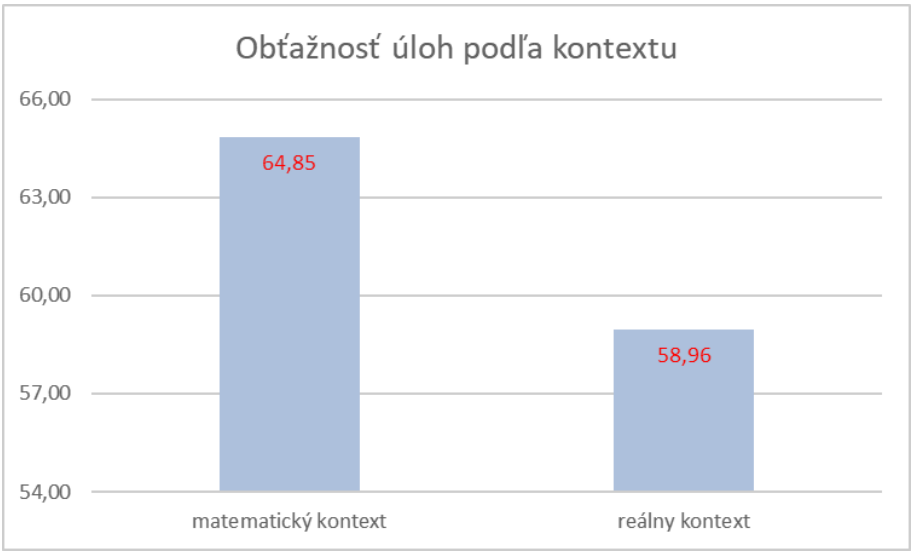


Graf 1 Priemerná obťažnosť úloh T5 podľa okruhov

Na základe údajov o našej výskumnej vzorke môžeme konštatovať, že absolventom primárneho vzdelávania robia najväčšie problémy úlohy z okruhu

Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika a najúspešnejšie riešili úlohy z okruhu *Čísla a počtové výkony s číslami*.

Ďalším faktorom, ktorý môžeme skúmať, je kontext. V nasledujúcom grafe 2 je zobrazená priemerná obťažnosť úloh v sledovanom období cez faktor kontext.



Graf 2 Priemerná obťažnosť úloh T5 podľa kontextu

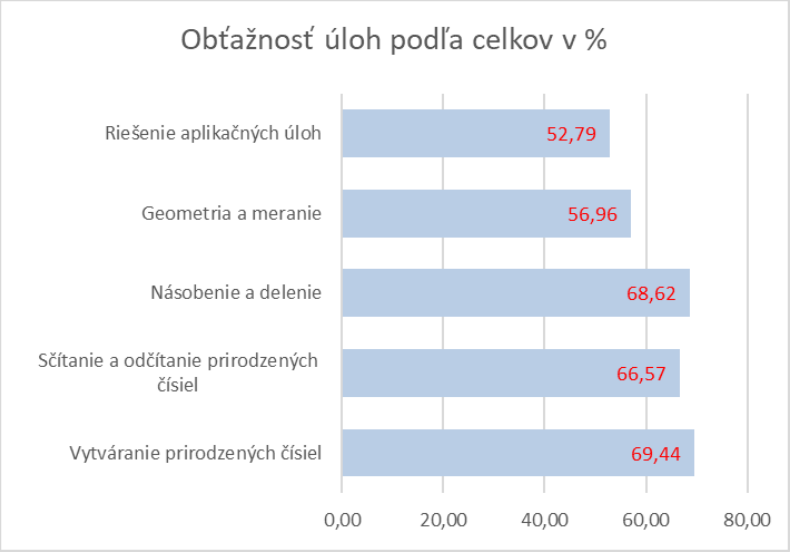
Údaje, ktoré nám poskytol NÚCEM, nám umožnili pozrieť sa na obťažnosť úloh aj z pohľadu jednotlivých tematických celkov. V tabuľke 2 je uvedené rozdelenie počtu úloh podľa tematických celkov a kontextu.

Tab. 2 Rozdelenie počtu úloh T5 podľa tematických celkov a kontextu

POČET ÚLOH	**KONTEXT**		
CELOK	**Matematický**	**Reálny**	**SPOLU**
1 Vytváranie prirodzených čísel v obore do 10 000	11	3	**14**
2 Sčítanie a odčítanie prirodzených čísel v obore do 10 000	11	11	**22**
3 Násobenie a delenie v obore násobilky	11	15	**26**
4 Geometria a meranie	14	11	**25**
5 Riešenie aplikačných úloh a úloh rozvíjajúcich špecifické matematické myslenie	6	27	**33**
SPOLU	**53**	**67**	**120**

Vidíme, že rozdelenie úloh podľa definovaných celkov má z pohľadu nášho výskumu ďalšiu pridanú hodnotu, a to možnosť sledovať úspešnosť žiakov pri riešení aplikačných úloh. V tomto celku majú prirodzene najväčšie zastúpenie práve úlohy s reálnym kontextom.

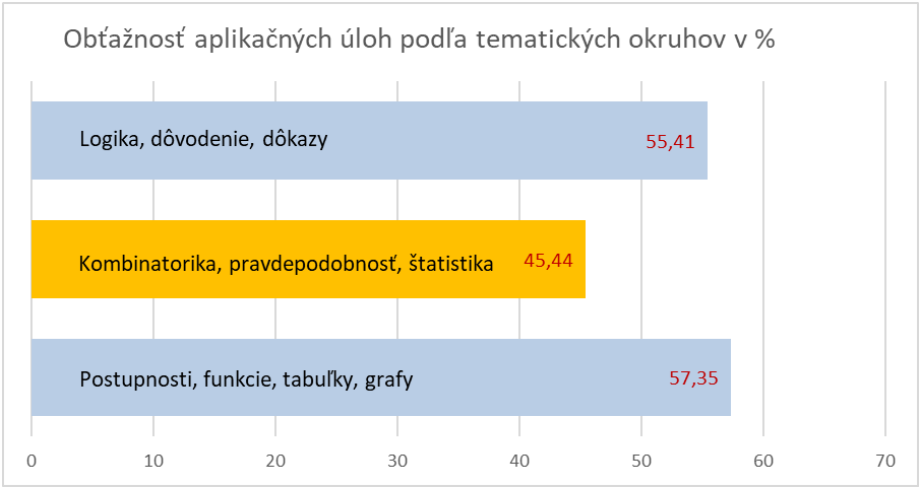
Nasledujúci graf zobrazuje priemernú obťažnosť úloh T5 podľa jednotlivých tematických celkov.



Graf 3 Priemerná obťažnosť úloh T5 podľa tematických celkov

Z Grafu 3 je zrejmé, že úlohy z tematických celkov *Geometria a meranie* a *Riešenie aplikačných úloh* robia žiakom najväčšie problémy. Štatistickú významnosť týchto rozdielov je ale potrebné overiť vhodnými štatistickými testami.

Vzhľadom na výsledky Grafu 3 zobrazujúceho priemernú obťažnosť úloh T5 podľa jednotlivých celkov, sme sa rozhodli podrobnejšie analyzovať úlohy z celku *Riešenie aplikačných úloh a úloh rozvíjajúcich špecifické matematické myslenie*. Zaujímalo nás, v ktorých typoch aplikačných úloh boli žiaci najmenej úspešní. Nasledujúci graf udáva, aká je priemerná obťažnosť aplikačných úloh podľa tematických okruhov.



Graf 4 Priemerná obťažnosť aplikačných úloh T5 podľa tematických okruhov

Z grafu môžeme vidieť, že aplikačné úlohy sa vyskytovali len v rámci tematických okruhov *Postupnosti, funkcie, tabuľky, grafy*; *Kombinatorika, pravdepodobnosť, štatistika* a *Logika, dôvodenie, dôkazy*. Môžeme konštatovať, že v aplikačných úlohách z tematického okruhu *Kombinatorika, pravdepodobnosť, štatistika*, mali žiaci najslabšie výsledky.

Na základe výsledkov deskriptívnej štatistiky môžeme pristúpiť k formulácii výskumných otázok pre absolventov primárneho vzdelávania.

1. *Je štatisticky významný rozdiel v obťažnosti úloh z jednotlivých tematických okruhov?*
2. *Je štatisticky významný rozdiel v obťažnosti úloh z jednotlivých tematických celkov?*
3. *Je štatisticky významný rozdiel v obťažnosti úloh s matematickým a reálnym kontextom?*
4. *Aplikačné úlohy z ktorých okruhov majú najväčšiu obťažnosť?*

Aby sme mohli korektne odpovedať na jednotlivé otázky, je potrebné testovať hypotézy o priemeroch sledovaného znaku (obťažnosť úloh) podľa jednotlivých kategórií. Testy na porovnávanie rozdielov priemerov výberových súborov požadujú formuláciu nulovej a alternatívnej hypotézy. V prípade porovnávania priemernej obťažnosti úloh vzhľadom na jednotlivé faktory nulová hypotéza predpokladá, že nie je rozdiel v priemernej obťažnosti úloh vzhľadom na uvažovaný faktor. Alternatívna hypotéza tvrdí, že existuje rozdiel v priemernej obťažnosti úloh vzhľadom na uvažovaný faktor. Všetky testy sme realizovali na hladine významnosti 0,05, čo predstavuje chybu, ktorej sa dopustíme v prípade zamietnutia správnej nulovej hypotézy. Rozhodnutie o tom, či zamietnuť nulovú hypotézu, sme robili na základe *p*-hodnoty, ktorá je súčasťou výsledku každého testu. Ak jej hodnota je menšia ako zvolená

hladina významnosti, je dôvod zamietnuť nulovú hypotézu a prijať alternatívnu. To znamená že rozdiely v priemernej obťažnosti úloh sú vzhľadom na uvažované kategórie štatisticky významné.

Na testovanie sme použili vhodné štatistické procedúry, ktoré sú v ponuke programu Microsoft Excel. Vo všetkých realizovaných testoch bola *p*-hodnota menšia ako zvolená hladina významnosti, čo je dôvod na zamietnutie nulových hypotéz. Vzhľadom na túto skutočnosť môžeme odpovedať na výskumné otázky cielené pre primárne vzdelávanie:

1. ***Rozdiel v priemernej obťažnosti úloh, kategorizovaných podľa tematických okruhov je štatisticky významný.***
2. ***Rozdiel v priemernej obťažnosti úloh, kategorizovaných podľa tematických celkov je štatisticky významný.***
3. ***Rozdiel v priemernej obťažnosti úloh, kategorizovaných podľa kontextu je štatisticky významný. Úlohy s reálnym kontextom sú pre žiakov primárneho vzdelávania obťažnejšie.***
4. ***Aplikačné úlohy z tematického okruhu Kombinatorika, pravdepodobnosť, štatistika sú pre žiakov primárneho vzdelávania najobťažnejšie.***

Záver

Cieľom nášho kvantitatívneho výskumu bolo identifikovať okruhy, resp. celky školskej matematiky, ktoré sú problémové pre žiakov 1. stupňa základnej školy. Úlohy, ktoré sme použili ako výberové súbory, boli tvorené a kategorizované tímom odborníkov pod záštitou NÚCEM.

Kvantitatívna analýza úloh použitých v T5 ukázala, že v prípade okruhov a celkov sú štatisticky významné rozdiely v obťažnosti úloh. Konkrétne, žiaci primárneho vzdelávania majú najväčšie problémy s úlohami z okruhu *Kombinatorika, pravdepodobnosť a štatistika*, a to predovšetkým v aplikačných úlohách. Úlohy s reálnym kontextom zvládajú žiaci celkovo ťažšie ako s matematickým kontextom.

Uvedené výsledky kvantitatívneho výskumu sú pre nás vhodným odrazovým mostíkom pre ďalší pedagogický výskum, ktorý bude orientovaný na kvalitatívnu analýzu žiackych riešení úloh, ktoré nám umožnia presnejšiu identifikáciu kritických miest v školskej matematike.

Bibliografia

BALGOVÁ, M. 2020. *Testovanie 5 2019 : Priebeh, výsledky a analýzy*. [online]. Bratislava : Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania, 2020. 38 s. [cit. 9.2.2021]. Dostupné na: <https://www.nucem.sk/dl/4721/Sprava%20T5%202019%20priebeh%2C%20vysledky%20a%20analyzy.pdf>.

NÚCEM. *O testovaní 5*. [online]. [cit. 3.12.2020]. Dosttupné na: <https://www.nucem.sk/sk/merania/narodne-merania/testovanie-5/o-testovani-5>

NÚCEM. 2019 a. *Špecifikácia testu z matematiky pre celoslovenské testovanie žiakov 9. ročníka základných škôl a 4. ročníka gymnázií s osemročným vzdelávacím programom v školskom roku 2019/2020*. [online]. Bratislava : NÚCEM, 2019. Dostupné na: <https://www.nucem.sk/dl/4500/Specifikacia%20testu_MAT_T9_2020_final.pdf>

NÚCEM. 2019 b. *Špecifikácia testu z matematiky pre celoslovenské testovanie žiakov 5. ročníka ZŠ v školskom roku 2019/2020*. [online]. Bratislava : NÚCEM, 2019. Dostupné na: <https://www.nucem.sk/dl/4503/Specifikacia%20testu%20MAT_T5_2019_final.pdf>

RENDL, M. – VONDOROVÁ, N. et al. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. Praha : Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2013. 358 s. ISBN 978-80-7290-723-6.

Výskum bol realizovaný s podporou VEGA 1/0079/19 Analýza kritických miest v školskej matematike a identifikácia faktorov ovplyvňujúcich postoj žiakov k matematike a s podporou NÚCEM.

Doc. RNDr. Mária Jurečková, CSc.
Katedra matematiky
Katolícka univerzita v Ružomberku, Pedagogická fakulta
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok
maria.jureckova@ku.sk

Mgr. Lenka Valentová
Katedra predškolskej a elementárnej pedagogiky (interná doktorandka)
Katolícka univerzita v Ružomberku, Pedagogická fakulta
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok
lienka.valentova@gmail.com