

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jana Palečková

Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání: výsledky žáků
4. ročníku základních škol

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 44 (1999), No. 2, 141--148

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/140849>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1999

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

vyučování

TŘETÍ MEZINÁRODNÍ
VÝZKUM MATEMATICKÉHO
A PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ:
VÝSLEDKY ŽÁKŮ 4. ROČNÍKU
ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Jana Palečková, Praha

V roce 1995 proběhlo ve více než čtyřiceti zemích na celém světě hlavní šetření Třetího mezinárodního výzkumu matematického a přírodovědného vzdělávání (TIMSS)¹⁾. Naše veřejnost o něm byla informována jak na stránkách denního

¹⁾ Hlavním záměrem výzkumu bylo zmapovat podmínky, úroveň a výsledky matematického a přírodovědného vzdělání v různých školských systémech na celém světě. Výzkum využíval žákovské testy a žákovské, učitelské a ředitelské dotazníky, jeho nedílnou součástí byl i detailní popis vzdělávacích systémů jednotlivých zemí a analýza osnov a učebnic matematiky a přírodovědných předmětů. Šetření bylo zaměřeno na tři věkové kategorie žáků: na devítileté žáky, na třináctileté žáky a na studenty a učně v posledních ročnících všech typů středních škol. Všechny zúčastněné země byly povinny provést šetření ve věkové kategorii třináctiletých, k šetření ve zbylých dvou věkových skupinách se mohly země rozhodnout v souladu se svými možnostmi a potřebami. Česká republika provedla výzkum ve všech uvedených kategoriích, zúčastnilo se ho celkem 17 000 žáků, 950 učitelů a 500 ředitelů z 500 škol náhodně vybraných z celé České republiky.

tisku, tak prostřednictvím článků v odborných časopisech nebo samostatných publikací o výzkumu.

Čtenáři PMFA již měli možnost dozvědět se základní informace o výzkumu a seznámit se s výsledky žáků 7. a 8. tříd spolu s některými dalšími dílčími poznatky získanými z dotazníkového šetření. Tohoto šetření se kromě testovaných žáků zúčastnili i jejich učitelé matematiky a přírodovědných předmětů spolu s řediteli příslušných škol [1].

Prostřednictvím tohoto článku bychom rádi čtenáře seznámili alespoň s hlavními zjištěními plynoucími z té části výzkumu, která se zabývala testováním žáků 3. a 4. tříd a které se zúčastnilo 26 zemí.

Věková kategorie devítiletých byla ve většině zúčastněných zemí včetně České republiky zastoupena vzorkem žáků z 3. a 4. ročníku základní školy. V České republice bylo testováno celkem 6524 žáků ze 188 škol, dotazníky vyplnilo 374 učitelů a 187 ředitelů.

1. Výsledky testu z matematiky a přírodovědy

Pro zjišťování znalostí žáků bylo vybráno 102 úloh (testových položek) z matematiky a 97 úloh z přírodovědy. Tento velký rozsah byl potřebný k tomu, aby byl pokryt co největší rozsah učiva. Bylo přitom vynaloženo velké úsilí na to, aby úlohy co nejlépe odpovídaly učivu probíranému v jednotlivých zemích a aby žáci ze žádné země nebyli jejich výběrem při řešení testu znevýhodněni.

RNDr. JANA PALEČKOVÁ (1959), Ústav pro informace ve vzdělávání, Senovážné nám. 26, 111 21 Praha 1.

Tab. 1. Rozložení úloh v matematické části testu.

Tematické celky	Podíl položek v testu (%)*	Celkový počet položek	Počet položek s volbou odpovědi	Počet položek s otevřenou krátkou odpovědí	Počet položek s otevřenou dlouhou odpovědí
Přirozená čísla	25	25	19	5	1
Zlomky a úměrnost	21	21	15	2	4
Měření, odhad a význam čísla	20	20	16	3	1
Prezentace dat, analýza a pravděpodobnost	12	12	8	2	2
Geometrie	14	14	12	2	0
Vzory, relace a funkce	10	10	9	1	0
Operace					
Znalost	41	42	35	7	0
Rutinní operace	16	16	13	3	0
Složitější operace	24	24	21	2	1
Problémové úlohy	20	20	10	3	7

*) Celkový součet hodnot procentuálního zastoupení jednotlivých typů položek nemusí být vždy 100 % v důsledku zaokrouhlení dílčích údajů.

Asi ve třech čtvrtinách úloh vybírali žáci jedinou správnou odpověď ze čtyř nebo pěti nabízených možností. Ve čtvrtině úloh měli žáci za úkol formulovat vlastní odpověď; v některých úlohách postačovala odpověď stručná, v jiných se vyžadoval podrobný výpočet a jeho zdůvodnění nebo podrobné vysvětlení přírodního jevu.

Struktura úloh s ohledem na jejich typ a tematické zaměření je zřejmá z tabulek 1 a 2.

Pro velký počet úloh vybraných k pokrytí učiva nebylo možné, aby všichni testovaní žáci řešili všechny úlohy. Bylo vytvořeno 8 testových sešitů tak, že každý sešit obsahoval úlohy matematické i přírodovědné. Nejprve byly úlohy rozřazeny do 26 různých souborů (A až Z). Soubor A

byl navržen tak, aby jej žáci vyplnili za 10 minut, na ostatní soubory stačilo 9 minut. Soubor A byl zařazen do všech testových sešitů, ostatní soubory se v testových sešitech pravidelně střídaly tak, aby úlohy z každého souboru řešil reprezentativní vzorek žáků a aby doba potřebná k vyplnění každého testového sešitu byla 64 minut.

Stejně jako naši žáci 7. a 8. ročníku, jejichž výsledky v matematické i přírodovědné části testu pro třináctileté byly v mezinárodním srovnání výborné, obstáli v testu pro devítileté velice dobře i čeští žáci 3. a 4. ročníku. Protože je situace v obou testovaných ročnících ve většině zúčastněných zemí velmi podobná, budeme nadále uvádět údaje pro žáky 4. ročníku.

Tab. 2. Rozložení úloh v přírodovědné části testu.

Tematické celky	Podíl položek v testu (%)*	Celkový počet položek	Počet položek s volbou odpovědi	Počet položek s otevřenou krátkou odpovědí	Počet položek s otevřenou dlouhou odpovědí
Zeměpis	18	17	13	2	2
Přírodopis	42	41	33	5	3
Fyzika a chemie	31	30	23	4	3
Životní prostředí a podstata přírodních věd	9	9	5	2	10
Operace					
Životní prostředí a podstata přírodních věd	45	44	42	1	1
Porozumění jednoduchým informacím	31	30	21	5	4
Porozumění složitějším informacím	14	14	3	6	5
Prezentace dat, analýza a pravděpodobnost	6	6	5	1	0
Zkoumání světa přírody	3	3	3	0	0

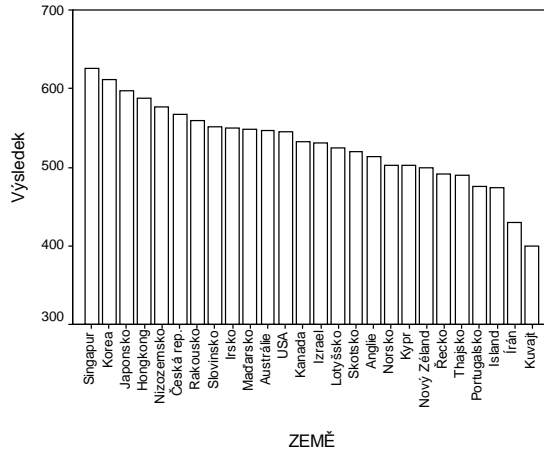
*) Celkový součet hodnot procentuálního zastoupení jednotlivých typů položek nemusí být vždy 100 % v důsledku zaokrouhlení dílčích údajů.

V matematické části testu se čeští žáci 4. ročníku umístili mezi 26 zeměmi, které se zúčastnily výzkumu v této věkové kategorii, na 6. místě za Singapurem, Koreou, Japonskem, Hongkongem a Nizozemskem, přičemž rozdíl mezi výsledkem nizozemských a českých žáků nebyl statisticky významný. Naši žáci naopak dosáhli statisticky významně lepších výsledků než jejich vrstevníci v 19 zemích.

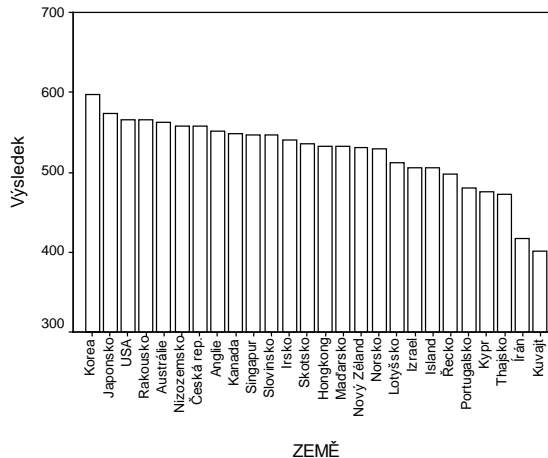
V přírodovědě se naši žáci 4. ročníku umístili za žáky z Koreje, Japonska, Spojených států, Rakouska, Austrálie a Nizozemska na 7. místě. Statisticky významně je však předstihli pouze žáci z Koreje a Japonska. Výsledky našich žáků byly statisticky významně lepší než výsledky žáků v 15 zemích.

Na obrázcích 1 a 2 jsou znázorněny celkové výsledky žáků 4. ročníku všech zúčastněných zemí v matematické a přírodovědné části testu, přičemž celkové výsledky jsou vyjádřeny jako průměrný Raschův skóre v matematice, respektive v přírodovědě, na škále s mezinárodním průměrem 500.

Nejlepších výsledků v matematice tedy dosáhli žáci 4. ročníku ze Singapuru a Koreje, nejlepších výsledků v přírodovědě žáci z Koreje a Japonska. Nejhorší výsledky měli v obou testovaných oblastech žáci z Íránu a Kuvajtu. Současně existují mezi výsledky žáků neúspěšnějších zemí a nejméně úspěšných zemí velké rozdíly. Například průměrný výsledek korejských žáků byl v obou testovaných oblastech



Obr. 1. Celkové výsledky žáků 4. ročníku v matematické části testu.



Obr. 2. Celkové výsledky žáků 4. ročníku v přírodovědné části testu.

lepší než výsledek 95 % žáků ze zemí, které se umístily mezi posledními.

Naši žáci si pochopitelně nevedli ve všech testovaných oblastech stejně úspěšně. V matematice šly našim žákům 4. ročníku dobře úlohy z měření, hůře úlohy na zlomky a úměrnost. V přírodovědných disciplínách si vedli lépe v úlohách z přírodopisu a hůře v úlohách týkajících se životního prostředí. Tato situace je velmi podobná i v kategorii třináctiletých, kde žákům též činily problémy zejména úlohy na úměrnost a úlohy z tematické oblasti

životní prostředí a podstata přírodních věd.

Rozdíly mezi výsledky chlapců a děvčat byly ve většině zúčastněných zemí v matematice velmi malé a statisticky nevýznamné, vesměs však chlapci dosahovali poněkud lepších výsledků. V přírodovědě byly rozdíly větší, zhruba v polovině zúčastněných zemí byly shledány statisticky významné rozdíly ve prospěch chlapců. Tato skutečnost byla zjištěna i v České republice, v přírodovědě se naše republika dokonce zařadila mezi země s největšími

rozdíly mezi výsledky chlapců a děvčat. Situace u nás je ve 4. ročníku velmi podobná situaci v 8. ročníku.

2. Výsledky dotazníkového šetření žáků a učitelů

V průběhu výzkumu byly žákům, jejich učitelům a ředitelům škol zadány dotazníky, jimiž byly zjišťovány některé proměnné, které mohou mít souvislost s výsledky žáků v matematice a přírodovědě. Zde uvedeme některá zjištění týkající se žáků a učitelů.

V žákovských dotaznících byly zařazeny položky týkající se postoje žáků k matematice a přírodovědě, jejich domácího zázemí, domácí přípravy a způsobů trávení volného času. U učitelů byly zjišťovány jejich základní charakteristiky (mj. věk, pohlaví, délka praxe), charakteristiky jejich tříd a žáků, dále způsoby, jimiž vyučují (organizace a metody výuky), aktivity mimo vyučování, používané kurikulární dokumenty a informační zdroje.

Žáci

Velká většina žáků 4. ročníku ve všech zúčastněných zemích se domnívá, že dosahuje dobrých výsledků v matematice i v přírodovědě. I když naši žáci 4. ročníku ohodnotili své výsledky v matematice i v přírodovědě lépe než jejich spolužáci z 8. ročníku, je procento našich žáků v této věkové kategorii, kteří hodnotí své výsledky dobře, stále poněkud nižší než ve většině zúčastněných zemí. Přitom čeští chlapci hodnotí své výsledky v matematice o něco lépe než děvčata a vykazují rovněž poněkud vyšší oblibu tohoto předmětu. V hodnocení svých výsledků v přírodovědě jsou mezi chlapci a děvčaty

menší rozdíl než v matematice, přičemž se zde lépe hodnotí děvčata.

Ve většině zúčastněných zemí mají žáci 4. ročníku rádi matematiku i přírodovědu. Česká republika se v míře obliby matematiky i přírodovědy u žáků 4. ročníku řadí v mezinárodním porovnání k průměru. Tím se situace ve 4. ročníku odlišuje od situace v 8. ročníku, kde jsou naši žáci proslulí velmi malou oblibou těchto předmětů.

Průměrná délka domácí přípravy na matematiku se mezi žáky zúčastněných zemí pohybuje od 0,5 do 2,3 hodiny denně, na přírodovědu od 0,4 do 2,1 hodiny denně. Celková průměrná délka domácí přípravy se pohybuje od 1,5 do 6,6 hodiny denně. Žáci 4. ročníku v České republice uvedli, že se připravují v průměru 0,7 hodiny denně na matematiku a 0,6 hodiny na přírodovědu. Domácí přípravě celkem se údajně věnují 2,2 hodiny denně. Ve srovnání se svými vrstevníky z ostatních zemí stráví tak čeští žáci poněkud méně času přípravou na hodiny matematiky a poněkud méně času domácí přípravou celkem. V délce přípravy na hodiny přírodovědy se řadí Česká republika spíše k průměru.

Žáci 4. ročníku ve většině zemí věnují mnoha jiným aktivitám stejné i větší množství času než domácí přípravě. Kromě sledování televize stráví žáci ve většině zemí 1–2 hodiny denně hraním a povídáním s přáteli a 1–2 hodiny denně sportováním. Česká republika patří k jedné z mála zemí, ve které věnují žáci 4. ročníku více času hraní a povídání s přáteli než sledování televize. V množství času, které stráví naši žáci 4. ročníku před televizní obrazovkou, se řadíme mezi zúčastněnými zeměmi spíše k průměru. Situace ve 4. ročníku v České republice je tak příznivější než situace v 8. ročníku,

kde se naši žáci ocitli mezi těmi, kteří tráví před televizní obrazovkou nejvíce času.

Ve většině zúčastněných zemí byla nalezena souvislost mezi výsledkem v testu a dostupností vybraných studijních pomůcek v domácnostech žáků. Ti žáci, kteří měli k dispozici psací stůl, počítač, slovník a větší počet knih, dosahovali v testu lepších výsledků. Stejná zákonitost byla zjištěna i v České republice. Zde uvedlo více než 75 % žáků 4. ročníku, že mají k dispozici slovník a vlastní psací stůl. Počítač má doma k dispozici pouze třetina našich žáků z této věkové kategorie. Těmito údaji se řadíme mezi zúčastněnými zeměmi k průměru. V mezinárodním srovnání je průměrné i procento žáků, kteří uvedli, že mají doma více než 100 knih (50 % žáků).

Učitelé

Podle údajů získaných z učitelských dotazníků se průměrná velikost třídy pohybuje v zúčastněných zemích v rozmezí od 19 do 43 žáků. V poměrně velkém počtu zemí včetně České republiky se většinou matematika i přírodovědné předměty vyučují ve třídách s méně než třiceti žáky. Zajímavé je, že čtyři nejúspěšnější země ve čtvrtém ročníku v matematice a dvě nejúspěšnější země v přírodovědě patří k zemím s největší velikostí tříd. Obecně se však souvislost mezi velikostí třídy a úspěšností žáků v testu nijak výrazně neprojevuje. V zemích účastníků se výzkumu převládá ve 3. a 4. ročníku situace, kdy jsou matematika a přírodověda vyučovány stejným učitelem.

Učitelé devítiletých žáků se nepřipravují ve všech zemích na své povolání stejný počet let, v některých zemích je

nutná příprava na univerzitě, jinde učitelé studují na pedagogických školách různých typů. Délka vzdělávání nutného pro výkon učitelského povolání v testovaných ročnících se pohybuje v rozmezí od dvou do šesti let, přičemž většina zúčastněných zemí uváděla tři nebo čtyři roky studia. Odborná praxe učitelů před nástupem povolání je nutná téměř ve všech zúčastněných zemích. Ve většině zemí jsou budoucí učitelé v závěru studia povinni skládat závěrečné zkoušky.

Ve většině zemí je největší část žáků vyučována učiteli ve věkových skupinách 30–39 let nebo 40–49 let. Česká republika však obsadila první místo v procentuálním zastoupení žáků majících učitele starší padesáti let. Současně patří procentuální zastoupení našich učitelů do třiceti let v uvedené skupině zemí k nejnižším. Stejně jako žáci 8. ročníku, jsou tedy i žáci 4. ročníku v České republice vyučováni v porovnání s ostatními zeměmi věkově nejstaršími učiteli.

Pro většinu zemí je dále charakteristické vysoké procento žen-učitelek. V tomto směru je Česká republika mezi ostatními zeměmi na čtvrtém místě.

Učitelé ve většině zemí tráví nad rámec svého úvazku nejvíce času opravováním žákovských prací a přípravou na vyučování.

Česká republika patří k zemím, kde učitelé tráví nejvíce času přípravou testů a písemek a opravováním prací žáků (téměř 6 hodin týdně). Více času než naši učitelé stráví těmito aktivitami pouze učitelé v Hongkongu, Izraeli, Japonsku, Rakousku a v Singapuru. Na výuku se naši učitelé připravují v průměru 3,4 hodiny týdně. Zde je předstihli pouze učitelé na Islandu, v Norsku, v Maďarsku a ve Slovinsku. Méně času než jejich kolegové ve většině ostatních zemí věnují naši uči-

telé schůzkám s rodiči žáků (0,5 hodiny týdně).

O tom, jakým tématům budou vyučovat, se učitelé zúčastněných zemí většinou rozhodují spíše na základě osnov než na základě učebnic, pro rozhodování o způsobu výuky jednotlivých témat jsou však pro většinu z nich v téměř všech zemích rozhodující učebnice. To platí i pro učitele v České republice. Učebnice přitom používají v hodinách matematiky učitelé naprosté většiny žáků všech zúčastněných zemí.

Velká část učitelů ve všech zemích považuje za velmi omezující faktor pro výuku odlišné studijní předpoklady žáků. Méně limitují učitele při výuce žáci se speciálními potřebami (např. žáci postižení) nebo žáci, kteří při hodinách vyrušují. Nedostatek učebních pomůcek je také jedním z faktorů, které mají podle učitelů některých zemí včetně České republiky do značné míry negativní vliv na výuku, zatímco nevyhovující vybavení školy výrazněji omezuje učitele pouze několik zemí, k nimž Česká republika nepatří. Za další omezující faktor považují učitelé většiny žáků 4. ročníku ve více než polovině zemí (ne však v České republice) i velký počet žáků ve třídě.

V mnoha zemích mají učitelé na matematiku velmi praktické názory, vidí ji především jako formální způsob zobrazení reálného světa. Míra souhlasu s tímto tvrzením se však v jednotlivých zemích liší: v České republice takto smýšlejí učitelé méně než poloviny žáků. Velká shoda panuje mezi učiteli různých zemí v názoru, že někteří žáci mají na matematiku přirozené nadání a jiní nikoliv. S tvrzením, že žákům majícím v matematice problémy s učivem je nejlepší dát více času na procvičování během vyučovací hodiny, se míra souhlasu učitelů v jednotlivých ze-

mích velmi mění. Převážná většina našich učitelů považuje tento přístup k výuce za účinný. Téměř naprostá shoda panuje mezi učiteli různých zemí v názoru, že při výkladu matematického pojmu by se mělo používat více způsobů jeho znázornění.

Ve většině zúčastněných zemí včetně České republiky má poměrně málo žáků učitele, kteří si myslí, že pro úspěch v matematice je velmi důležité pamatovat si vzorce a postupy. Obecně větší důraz kladou učitelé na schopnost tvořivého myšlení, dále na porozumění tomu, jak se matematika používá v praxi, a na schopnost žáka zdůvodňovat svá řešení.

S dalšími zjištěnými poznatky o žakovské populaci devítiletých, a zejména s podrobnějším rozбором výsledků těchto žáků v matematické a přírodovědné části testu v mezinárodním srovnání se lze seznámit v publikaci „Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Souhrnné výsledky žáků 4. ročníků“ [2]. Výsledky žakovské populace třináctiletých, její další charakteristiky spolu s podrobnějším rozбором výsledků v matematické a přírodovědné části testu a velkou část testových úloh může český čtenář najít v publikacích [3]–[6], publikace [7] obsahuje poznatky získané testováním žáků v posledních ročnících středních škol.

L i t e r a t u r a

- [1] STRAKOVÁ, J.: *Výsledky našich žáků 8. ročníku základních škol ve Třetím mezinárodním výzkumu matematického a přírodovědného vzdělávání*. Pokroky MFA 42 (1997), 248.
- [2] *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Souhrnné výsledky žáků 4. ročníků*. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 1997.

- [3] *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Souhrnné výsledky žáků 8. ročníků.* Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 1996.
- [4] *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Podmínky a průběh výuky v 8. ročníku.* Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha, 1997.
- [5] *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Výsledky žáků 7. a 8. ročníků v matematické části testu.* Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha, 1997.
- [6] *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Výsledky žáků 7. a 8. ročníků v přírodovědné části testu.* Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha, 1997.
- [7] *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Souhrnné výsledky žáků posledních ročníků středních škol.* Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 1998.

ZKOUMÁNÍ ČÍSELNÝCH PŘEDSTAV DÍTĚTE A ŽÁKA

Milan Hejný a Naďa Stehlíková, Praha

1. Úvod

Didaktika matematiky se výrazně rozvinula v padesátých a šedesátých letech, kdy byl ve všech vyspělých zemích světa udělán velkolepý pokus vymýtit z hodin matematiky na základních a středních školách memorování a dril. Prostředkem měla být zásadní změna obsahu vyučování — školská matematika byla postavena na bourbakistické koncepci množin a struktur. „Množinová matematika“ nejprve slavila skvělé úspěchy, ale po několika málo letech se do škol vrátil dril i memorování. Nabyli jsme hořkou, ale důležitou zkušenost, že změnou obsahu vyučování nelze natrvalo změnit tradiční školu memorování na školu tvořivou. Jestliže je taková zásadní a dlouhodobá změna vůbec možná, pak jejím nositelem není obsah vyučování, ani osnovy, ale učitel. Uvedená zkušenost zásadním způsobem

ovlivnila směřování didaktiky matematiky. Jestliže se ještě v šedesátých letech převážná část výzkumu této disciplíny věnovala tvorbě a testování učebnic, učebních pomůcek a osnov, je soudobý výzkum v didaktice matematiky převážně zaměřen na poznávání myšlenkových procesů, které při „dělání“ matematiky probíhají v hlavě člověka, zejména na řešitelské procesy žáků a na procesy učení se a vyučování. I když ve světě se tomuto trendu věnuje obrovská pozornost, u nás ještě matematická veřejnost nahlíží na didaktiku matematiky očima „modernizace“.

Článek, kterým se ucházíme o pozornost čtenáře, chce především pomocí konkrétní ilustrace ukázat jednu z těch částí didaktiky matematiky, která naší matematické veřejnosti není zatím příliš známa. O ambicióznějších cílech článku se zmíníme později.

Předmětem našeho zájmu bude jeden ze základních jevů školské matematiky — číslo. Nikoli však číslo jako objekt matematické struktury, ale číslo jako prvek měnícího se žákovy (a učitelovy) vědomí.

Prof. RNDr. MILAN HEJNÝ, CSc. (1936), Mgr. NAĎA STEHLÍKOVÁ, Dr. (1968), Pedagogická fakulta UK, Praha.