

Zájem středoškoláků o matematické činnosti ve výuce fyziky

VOJTĚCH ŽÁK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Úvod a vymezení problému

Nedílnou součástí výuky fyziky na středních školách je využívání matematických prostředků. Spojení matematiky s fyzikou samozřejmě není výsadou fyziky ve škole, ale obecně dochází k vzájemnému ovlivňování se fyziky a matematiky ve fyzikální vědě. Z historie můžeme připomenout těsné sepětí vzniku a rozvoje diferenciálního a integrálního počtu spojené se jménem I. Newtona (ale nejen s ním, podrobněji např. [1, s. 199]).

Z hlediska vzdělávání můžeme fakt, že se ve výuce fyziky ve škole hojně používají matematické prostředky, chápat jako příležitost k rozvoji tzv. *matematické gramotnosti*. Ta je vymezena např. jako *způsobilost rozpoznat a pochopit matematiku, zabývat se jí a být schopen/schopna podložených soudů o úloze matematiky v soukromém životě jednotlivce, v zaměstnání, ve společnosti ([2], s. 225) nebo podobně schopnost jedince poznat a pochopit roli, kterou hraje matematika ve světě, dělat dobře podložené úsudky a proniknout do matematiky tak, aby splňovala jeho životní potřeby jako tvořivého, zainteresovaného a přemýšlivého občana ([3, s. 10])*.

Matematická gramotnost je v posledních letech často skloňovaným fenoménem a to např. v souvislosti s mezinárodním šetřením PISA (např. [3]). Je zřejmé, že to, jak je matematika využívána fyzikou (i tou škol-

skou) dobře odpovídá zejména slovům z druhé uvedené definice matematické gramotnosti „... poznat a pochopit roli, kterou hraje matematika ve světě, dělat dobře podložené úsudky...“. Je nepochybné, že k rozvoji matematické gramotnosti může tedy v tomto smyslu kromě výuky matematiky (jako samostatného předmětu) přispět také fyzika (a nepochybně také další přírodovědné obory).

Téma matematické gramotnosti (a dalších gramotností) je v současné době v domácím prostředí velmi živé. Za pozornost jistě stojí strategický rozvojový projekt NIQUES (Národní systém inspekčního hodnocení vzdělávací soustavy v České republice), jehož hlavním cílem je transformace a modernizace národního inspekčního systému. V rámci něj probíhá také vývoj integrovaného systému inspekčního hodnocení vzdělávací soustavy, a to mimo jiné i v oblasti matematické a přírodovědné gramotnosti (více [4]).

Na jedné straně si tedy uvědomujeme potencialitu fyziky k rozvoji matematické gramotnosti, ale na druhou stranu je obtížné nevnímat podmínky k tomuto rozvoji. Mezi tyto podmínky nepochybně patří mimo jiné zájem žáků věnovat se ve výuce fyziky matematickým činnostem. Na otázku, jaký je zájem žáků o „matematiku ve fyzice“, si může určitým dílčím způsobem odpovědět každý učitel fyziky, nicméně tato otázka byla v posledních letech v domácím prostředí částečně řešena i výzkumně a to v rámci projektu *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol*, který spadal pod *Národní program výzkumu II*³. Na jeho řešení se podíleli odborníci z katedry didaktiky fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze (dále KDF MFF UK)⁴.

Respondentům, kterými byli žáci středních škol (více než 2300, podrobněji [6, s. 16]), byla položena mimo jiné otázka, které činnosti by ve škole při fyzice rádi dělali. Nabídnuto jim bylo celkem 16 činností, které vybrali a formulovali odborníci z KDF MFF UK. Jak byly jednotlivé činnosti žáky hodnoceny, ukazuje tab. 1.

Využívání matematických prostředků je explicitně obsaženo zejména v položkách: *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)* a *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť*. Také některé další položky souvisejí s matematikou, např. využití počítačů při zpracování dat a využití počítačů k měření, ale

³Zadavatelem bylo MŠMT.

⁴Použitý dotazník zahrnoval větší množství položek než jen ke zkoumání výše nastíněné problematiky (podrobněji [5, s. 271–275]).

v nich se výrazně objevují i momenty mimo matematiku (např. ICT). Zaměříme-li tedy pozornost na uvedené dvě položky, ve kterých je matematika zastoupena nejvýrazněji, můžeme si všimnout, že se jedná o nejhůře hodnocené činnosti (poslední dva řádky v tab. 1). K tvrzení *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť* zaujmají žáci postoj neutrální až spíše nesouhlasný (hodnota 2,7 je mezi 2,5 a 3,0) a s tvrzením *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)* žáci spíše nesouhlasí (hodnota 3,0).

<i>Činnost, kterou by žáci SŠ chtěli ve fyzice dělat</i>	<i>hodnocení</i>
dělal/a pokusy vlastníma rukama	1,7
využíval/a počítače při zpracování dat	1,8
naučil/a se třídit a systematizovat informace	1,8
sestrojoval/a jednoduchá zařízení, hračky apod.	1,9
vyhledával/a a zpracovával/a informace z internetu	1,9
využíval/a počítače k měření	2,0
získal/a lepší odhad vzdálenosti, času apod.	2,0
sledoval/a pokus, který dělá učitel/ka	2,1
chodil/a na exkurze, přednášky odborníků apod.	2,2
zabýval/a se problémy, u kterých není hned jasný způsob řešení	2,2
dělal/a laboratorní práce	2,2
sám/sama něco objevoval/a	2,2
naučil/a se měřit	2,3
naučil/a se odhadovat chyby měření	2,5
<i>odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť</i>	2,7
<i>počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)</i>	3,0

Tab. 1 Preference činností ve výuce fyziky (1 – velmi souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – velmi nesouhlasím s tvrzením „Ve škole při fyzice bych rád/a. . .“)

Zjednodušeně tedy můžeme na základě zjištěných dat soudit, že využívání matematických prostředků ve fyzice je u žáků spíše neoblíbené. V souvislosti s tím ale vyvstává otázka, zda zaujmají tento postoj různé skupiny žáků, nebo zda se v tomto hodnocení výrazněji liší. Různými skupinami žáků můžeme mýnit žáky s různým prospěchem, různými budoucími studijními preferencemi, žáky z různých typů středních škol, s různým socioekonomickým zázemím atd.

V následující analýze se zaměříme na žáky s různou známkou z fyziky a na žáky, kteří chtějí v budoucnosti studovat matematiku nebo fyziku na vysoké škole. K tomuto zaměření nás vedou následující důvody: Znamka z fyziky na vysvědčení je určitým indikátorem školní úspěšnosti žáka v tomto předmětu, a i když může být rozdělení žáků podle známek (prospěchu) diskutabilní, jsou touto optikou žáci učitelem (ale i navzájem) nahlíženi a známka je určitým vodítkem při jejich výuce. Skupina žáků, kteří chtějí studovat matematiku nebo fyziku na vysoké škole, je pak zajímavá z toho důvodu, že reprezentuje mladé lidi, kteří budou s velkou pravděpodobností tyto obory využívat a možná i dále rozvíjet, a je tedy velmi žádoucí dbát na přenos oborového poznání těmito lidem.

Jako první výzkumný problém byla stanovena následující otázka: *Souvisí obliba činností spojených s matematikou ve výuce fyziky s prospěchem z fyziky?*

Hypotézou v této souvislosti je následující tvrzení: *Žáci s lepší známkou z fyziky na posledním vysvědčení mají činnosti spojené s matematikou raději než žáci s horší známkou.*

Jako druhý výzkumný problém byla stanovena otázka: *Souvisí obliba činností spojených s matematikou ve výuce fyziky se záměrem žáků studovat v budoucnosti na vysoké škole matematiku nebo fyziku?*

Hypotézou v této souvislosti je tvrzení: *Žáci, kteří zamýšlí v budoucnosti studovat na vysoké škole matematiku nebo fyziku, se ve fyzice na střední škole chtějí zabývat matematickými činnostmi.*

Metodologie

Z metodologického hlediska byl k řešení výzkumných problémů použit kvantitativní přístup. Pokud jde o design, jedná se v podstatě o výzkum ex-post-facto, kde data byla sbírána metodou dotazníku.

Použitý dotazník byl vytvořen v rámci výše zmíněného projektu *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol*. Dotazníkové šetření proběhlo v roce 2007 a dotazníky byly administrovány v tištěné podobě. Samotné řešení výše uvedených výzkumných problémů bylo však již součástí projektu *The relationships between skills, schooling and labor market outcomes: A longitudinal study* (No. P402/12/G130), který je financován Grantovou agenturou České republiky.

Pokud jde o výběr respondentů, záměrem bylo získat středoškolské studenty různého věku, a proto byli vybíráni jak z prvního, tak z třetího roč-

niku (příp. odpovídajících ročníků víceletých gymnázií). Školy byly osloveny náhodně na základě databáze Ústavu pro informace ve vzdělávání. Celkem byly získány vyplněné dotazníky od 2347 žáků (naprostá většina od 15 do 19 let), z 99 tříd, ze 47 škol – 27 gymnázií, 20 středních odborných škol, zejména průmyslových (podrobněji [5, s. 272] a [6, s. 16]).

V rámci dotazníku se respondenti vyjadřovali mimo jiné (např. jakou měli známku na posledním vysvědčení z fyziky atd.) k tvrzení *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)* a *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť*. Tato tvrzení hodnotili pomocí čtyřstupňové Likertovy škály:

- 1 – velmi souhlasím,
- 2 – spíše souhlasím,
- 3 – spíše nesouhlasím,
- 4 – velmi nesouhlasím.

Při zpracování výsledků byl použit software Statistica. Statistická významnost rozdílů byla zkoumána pomocí dvouvýběrového Kolmogorovova–Smirnovova testu (podrobněji [7, s. 104–107]).

Výsledky

Zájem středoškoláků o počítání příkladů při fyzice

V tab. 2, 3 a 4 je uvedeno hodnocení tvrzení *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)* žáků středních škol. Hodnocení žáků je zde porovnáváno podle jejich známky z fyziky na posledním vysvědčení (kterou žáci uvedli).

Středoškoláci obecně

max. neg. difference	max. pos. difference	p-level	mean group 1	mean group 2	std. dev. group 1	std. dev. group 2	valid N group 1	valid N group 2
-0,204	0,00	$p < ,001$	2,639	3,011	0,990	0,855	324	801
-0,111	0,00	$p < ,001$	3,011	3,207	0,855	0,831	801	826
-0,036	0,00	$p > ,10$	3,207	3,268	0,831	0,807	826	287

Tab. 2 Porovnání žáků všech SŠ s různými známkami z fyziky na vysvědčení (řádek 1: žáci s 1 na vysvědčení (group 1) a s 2 na vysvědčení (group 2), řádek 2: žáci s 2 (group 1) a s 3 (group 2), řádek 3: žáci s 3 (group 1) a s 4 (group 2))

Z tab. 2 vyplývá, že mezi žáky s 1 a 2 a také mezi žáky s 2 a 3 na vysvědčení jsou statisticky významné rozdíly, a to takové, že žáci s horší

známkou méně souhlasí s tvrzením. Mezi trojkaři a čtyřkaři statisticky významný rozdíl již není. Zatímco jedničkáři hodnotí tvrzení v podstatě neutrálně (2,6 je blízko 2,5), žáci s horšími známkami s tvrzením spíše nesouhlasí (hodnota 3). Porovnání mezi žáky, kteří měli 4 a 5 z fyziky na posledním vysvědčení, nebylo provedeno, protože žáků s 5 bylo málo ($N = 29$).

Gymnazisté

max. neg. difference	max. pos. difference	p-level	mean group 1	mean group 2	std. dev. group 1	std. dev. group 2	valid N group 1	valid N group 2
-0,196	0,00	$p < ,001$	2,675	3,037	1,013	0,851	249	539
-0,168	0,00	$p < ,001$	3,037	3,335	0,851	0,785	539	436
-0,118	0,00	$p > ,10$	3,335	3,506	0,785	0,734	439	85

Tab. 3 Porovnání žáků gymnázií s různými známkami z fyziky na vysvědčení (stejný význam záhlaví jako v tab. 2)

Z tab. 3 plyne, že mezi žáky s 1 a 2 a také mezi žáky s 2 a 3 jsou statisticky významné rozdíly – žáci s horší známkou méně souhlasí s tvrzením. Mezi trojkaři a čtyřkaři statisticky významný rozdíl není. Zatímco jedničkáři hodnotí tvrzení v podstatě neutrálně (2,7 je blízko 2,5), žáci s horšími známkami s tvrzením spíše nesouhlasí (hodnota 3). Porovnání mezi žáky, kteří měli 4 a 5 z fyziky na posledním vysvědčení, opět nebylo provedeno, protože žáků s 5 bylo málo ($N = 5$).

Ostatní středoškoláci

max. neg. difference	max. pos. difference	p-level	mean group 1	mean group 2	std. dev. group 1	std. dev. group 2	valid N group 1	valid N group 2
-0,241	0,00	$p < ,005$	2,520	2,958	0,906	0,863	75	262
-0,060	0,00	$p > ,10$	2,958	3,062	0,863	0,859	262	387
-0,062	0,00	$p > ,10$	3,062	3,168	0,859	0,817	387	202

Tab. 4 Porovnání žáků ostatních středních škol s různými známkami z fyziky na vysvědčení (stejný význam záhlaví jako v tab. 2)

Z tab. 4 je zřejmé, že mezi žáky s 1 a 2 jsou statisticky významné rozdíly, a to takové, že žáci s dvojkou méně souhlasí s tvrzením než žáci s jedničkou. Mezi dvojkáři a trojkaři a dále trojkaři a čtyřkaři statisticky významné rozdíly již nejsou. Zatímco jedničkáři hodnotí tvrzení neutrálně (2,5), žáci s horšími známkami s tvrzením spíše nesouhlasí (hodnota 3). Porovnání mezi žáky, kteří měli 4 a 5 z fyziky na posledním vysvědčení, nebylo provedeno, protože žáků s 5 bylo málo ($N = 24$).

Zájem středoškoláků o odvozování vzorečků při fyzice

V tab. 5, 6 a 7 je uvedeno hodnocení tvrzení *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť* žáků středních škol. Hodnocení žáků je zde porovnáváno podle jejich známky z fyziky na posledním vysvědčení. (Jsme se vědomi toho, že místo „odvozování vzorečků“ by se mělo mluvit o „odvozování veličinových rovnic“ nebo „vztahů mezi veličinami“; slovní formulaci jsme ale v dotazníku přizpůsobili vyjadřování a chápání žáků.)

Středoškoláci obecně

max. neg. difference	max. pos. difference	p-level	mean group 1	mean group 2	std. dev. group 1	std. dev. group 2	valid N group 1	valid N group 2
-0,109	0,00	$p < ,01$	2,230	2,526	0,998	1,017	326	801
-0,171	0,00	$p < ,001$	2,526	2,867	1,017	1,001	801	827
-0,042	0,004	$p > ,10$	2,867	2,913	1,001	0,971	827	288

Tab. 5. Porovnání žáků všech SŠ s různými známkami z fyziky na vysvědčení (stejný význam záhlaví jako v tab. 2)

Z tab. 5 plyne, že mezi žáky s 1 a 2 a také mezi žáky s 2 a 3 na vysvědčení jsou statisticky významné rozdíly a to takové, že žáci s horší známkou méně souhlasí s tvrzením. Mezi trojkaři a čtyřkaři statisticky významný rozdíl není. Zatímco jedničkáři hodnotí tvrzení spíše pozitivně (2,2 je blízko 2, tj. spíše souhlasí), dvojkaři hodnotí neutrálně (2,5) a žáci s horšími známkami s tvrzením spíše nesouhlasí (hodnota 3). Porovnání mezi žáky, kteří měli 4 a 5 z fyziky na posledním vysvědčení, nebylo provedeno, protože žáků s 5 bylo málo ($N = 30$).

Gymnazisté

max. neg. difference	max. pos. difference	p-level	mean group 1	mean group 2	std. dev. group 1	std. dev. group 2	valid N group 1	valid N group 2
-0,133	0,00	$p < ,005$	2,201	2,530	1,024	1,011	249	540
-0,205	0,00	$p < ,001$	2,530	2,948	1,011	0,999	540	440
-0,104	0,00	$p > ,10$	2,948	3,186	0,999	0,927	440	86

Tab. 6 Porovnání žáků gymnázií s různými známkami z fyziky na vysvědčení (stejný význam záhlaví jako v tab. 2)

Z tab. 6 vyplývá, že mezi žáky s 1 a 2 a také mezi žáky s 2 a 3 jsou statisticky významné rozdíly, a to takové, že žáci s horší známkou méně souhlasí s tvrzením. Mezi trojkaři a čtyřkaři statisticky významný rozdíl už

není. Zatímco jedničkáři hodnotí tvrzení spíše pozitivně (2,2 je blízko 2, tj. spíše souhlasí), dvojkaři hodnotí neutrálně (2,5) a žáci s horšími známkami s tvrzením spíše nesouhlasí (hodnota 3). Porovnání mezi žáky, kteří měli 4 a 5 z fyziky na posledním vysvědčení, nebylo provedeno, protože žáků s 5 bylo málo ($N = 5$).

Ostatní středoškoláci

max. neg. difference	max. pos. difference	p-level	mean group 1	mean group 2	std. dev. group 1	std. dev. group 2	valid N group 1	valid N group 2
-0,135	0,00	$p > ,10$	2,325	2,517	0,910	1,032	77	261
-0,133	0,00	$p < ,01$	2,517	2,775	1,032	0,997	261	387
-0,044	0,02	$p > ,10$	2,775	2,797	0,997	0,969	387	202

Tab. 7 Porovnání žáků ostatních středních škol s různými známkami z fyziky na vysvědčení (stejný význam záhlaví jako v tab. 2)

Z tab. 7 vyplývá, že pouze mezi žáky s 2 a 3 jsou statisticky významné rozdíly, a to takové, že žáci s trojkou méně souhlasí s tvrzením než žáci s dvojkou. Mezi jedničkáři a dvojkaři a také mezi trojkaři a čtyřkaři statisticky významné rozdíly nejsou. Zatímco jedničkáři a dvojkaři hodnotí spíše neutrálně (kolem 2,5), žáci s horšími známkami s tvrzením spíše nesouhlasí (kolem 3). Porovnání mezi žáky, kteří měli 4 a 5 z fyziky na posledním vysvědčení, nebylo provedeno, protože žáků s 5 bylo málo ($N = 25$).

Souvislost obliby matematiky ve fyzice se studiem matematiky nebo fyziky na VŠ

V následujícím analyzujeme, jestli žáci, kteří zamýšlí v budoucnosti studovat matematiku nebo fyziku na VŠ, se ve fyzice na SŠ chtějí zabývat matematickými činnostmi.

Třetí sloupec tab. 8 ukazuje počty žáků, kteří chtějí studovat matematiku nebo fyziku na VŠ. Z celkového počtu 2 347 (resp. 2 333, kteří se vyjádřili k tvrzení) jich bylo identifikováno 188, tj. přibližně 8 %. Z tab. 8 je patrná tendence, že žáci, kteří více souhlasí s tvrzením *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)*, čteněji chtějí studovat matematiku nebo fyziku na VŠ (viz porovnání relativních četností ve čtvrtém sloupci). Zatímco mezi žáky, kteří s tvrzením velmi nesouhlasí, jich je jen kolem 2 %, mezi těmi, kteří velmi souhlasí, jich je 25 %. Na druhou stranu ze 188 žáků, kteří chtějí studovat matematiku nebo fyziku na VŠ, jich „pouze“ 110, tj. přibližně 59 % s tvrzením souhlasí (buď velmi nebo spíše) a 41 % nesouhlasí.

<i>S počítáním příkladů (řešením početních úloh)</i>	počet žáků	z toho: počet žáků, kteří chtějí studovat M nebo F	relativní četnost těchto žáků
velmi souhlasím	128	32	25,0 %
spíše souhlasím	469	78	16,6 %
spíše nesouhlasím	870	58	6,7 %
velmi nesouhlasím	866	20	2,3 %
celkem	2 333	188	8,0 ⁵ %

Tab. 8 Souvislost zájmu o počítání příkladů se zájmem o budoucí studium matematiky nebo fyziky na VŠ

Z tab. 9 je patrná tendence, že žáci, kteří více souhlasí s tvrzením *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť*, čteněji chtějí studovat matematiku nebo fyziku na VŠ. Zatímco mezi žáky, kteří s tvrzením velmi nesouhlasí, jich je jen kolem 2 %, mezi těmi, kteří velmi souhlasí, jich je 20 %. Dále vidíme, že ze 186 žáků, kteří chtějí studovat matematiku nebo fyziku, jich 142, tj. přibližně 76 % s tvrzením souhlasí (buď velmi nebo spíše).

<i>S odvozováním vzorečků</i>	počet žáků	z toho: počet žáků, kteří chtějí studovat M nebo F	relativní četnost těchto žáků
velmi souhlasím	359	72	20,1 %
spíše souhlasím	704	70	9,9 %
spíše nesouhlasím	657	30	4,6 %
velmi nesouhlasím	619	14	2,3 %
celkem	2 339	186 ⁶	7,9 ⁷ %

Tab. 9. Souvislost zájmu o odvozování vzorečků se zájmem o budoucí studium matematiky nebo fyziky na VŠ

⁵Relativní četnost je určena z celkového počtu žáků (2347), tj. $188/2347 = 8,0$ %.

⁶Počet se liší od údaje v tab. 8, protože někteří žáci se k tomuto tvrzení nevyjádřili.

⁷Relativní četnost je určena z celkového počtu žáků (2347), tj. $186/2347 = 7,9$ %.

Shrnutí výsledků

Pokud jde o první výzkumný problém, je možné říci, že obliba činností spojených s matematikou ve výuce fyziky s prospěchem souvisí. Hypotézu, že žáci s lepší známkou z fyziky na posledním vysvědčení mají činnosti spojené s matematikou raději než žáci s horší známkou, nezamítáme. Neplatí to ale ve všech případech; platí to spíše u gymnazistů.

Podrobněji se zjistilo, že obecně u středoškoláků jsou statisticky významné rozdíly v zájmu o počítání příkladů mezi jedničkáři a dvojkaři a také mezi dvojkaři a trojkaři. Mezi trojkaři a čtyřkaři již statisticky významný rozdíl nebyl. Obdobné výsledky byly získány speciálně pro gymnazisty. U ostatních středoškoláků byl identifikován statisticky významný rozdíl jen mezi jedničkáři a dvojkaři.

Obdobné statisticky významné rozdíly byly zjištěny v zájmu o odvozování vzorečků, jen u žáků ostatních středních škol byl nalezen jiný statisticky významný rozdíl, a to mezi dvojkaři a trojkaři.

Dále je možné konstatovat, že zatímco jedničkáři (jak obecně středoškoláci, tak gymnazisté, i jedničkáři z ostatních středních škol) hodnotili zájem o počítání příkladů spíše neutrálně, žáci s horšími známkami spíše nesouhlasili s tvrzením *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)*. Nejhůře hodnotili toto tvrzení čtyřkaři z gymnázií (mezi „spíše nesouhlasím“ a „velmi nesouhlasím“).

Zájem o odvozování vzorečků byl oproti zájmu o počítání příkladů vyšší (byť se nezkoumala statistická významnost rozdílu). Jedničkáři tento zájem hodnotili mezi „spíše souhlasím“ a neutrálním stanoviskem, trojkaři a čtyřkaři pak „spíše nesouhlasili“ s tvrzením *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť*. Opět nejhůře hodnotili tvrzení čtyřkaři z gymnázií.

Dodejme, že jedničkáři, dvojkaři a trojkaři tvořili ve výběru respondentů asi 86 % ze všech středoškoláků a přibližně 93 % gymnazistů. Jedničkářů a dvojkařů mezi žáky ostatních středních škol bylo asi 35 %, dvojkařů a trojkařů přibližně 68 %. Proto usuzujeme, že výše uvedená tendence platí obecně u středoškoláků, také speciálně u gymnazistů, ale méně u žáků ostatních středních škol.

Co se týká druhého výzkumného problému, zda souvisí obliba činností spojených s matematikou ve výuce fyziky se záměrem žáků studovat v budoucnosti na vysoké škole matematiku nebo fyziku, lze odpovědět kladně. Hypotézu, že žáci, kteří zamýšlí v budoucnosti studovat na vysoké škole matematiku nebo fyziku, se ve fyzice na střední škole chtějí zabývat matematickými činnostmi, nelze zamítnout.

Konkrétně bylo zjištěno, že přibližně 59 % těch, kteří zamýšlí studovat v budoucnosti matematiku nebo fyziku na VŠ, souhlasí (spíše nebo velmi) s tvrzením, že *Ve škole při fyzice bych rád/a počítal/a příklady (řešil/a početní úlohy)* a s tvrzením *Ve škole při fyzice bych rád/a odvozoval/a vzorečky, nejen se je učil/a nazpaměť* souhlasí dokonce 76 % těchto žáků. Zatímco v případě prvního tvrzení jde spíše o mírnou převahu, ve druhém případě je rozdíl výrazný.

Závěrem

Výsledky mohou na první pohled působit jako triviální zjištění: Žáci s lepšími známkami mají matematiku ve fyzice raději a podobně ti, kteří chtějí v budoucnosti studovat matematiku nebo fyziku na VŠ. Můžeme si však všimnout několika momentů.

S oblibou matematiky ve fyzice to není zcela špatné. Jde většinou o neutrální až spíše nesouhlasný postoj, ne postoj zcela odmítavý. Potěšitelné je, že u jedničkářů a výrazně u žáků zamýšlejících studovat matematiku nebo fyziku na VŠ dokonce existuje zájem o odvozování vzorečků (nejen učení se nazpaměť) a u dvojkařů je postoj k němu neutrální, nikoli odmítavý. Mnozí žáci tedy neodmítají provádění poznávacích operací, jako jsou např. analýza, syntéza, dedukce a indukce (podrobněji [8, s. 122–127] a [9, s. 331–332]), naopak je upřednostňují před pouhým učením se nazpaměť.

Dále je možné si všimnout, že procento středoškoláků, kteří deklarovali, že chtějí studovat matematiku nebo fyziku na vysoké škole, není zanedbatelné – kolem 8 %. Při průměrném počtu 30 žáků ve třídě by to statisticky znamenalo dva až tři žáky a těm má jistě smysl se v tomto směru věnovat. Navíc někteří další budou chtít zřejmě studovat také jiné přírodovědné a technické obory a také oni budou v dalším studiu a pak v profesní praxi matematiku a fyziku využívat.

Můžeme se domnívat, že výše uvedená zjištění mají poměrně obecnou platnost, protože byla zjištěna u poměrně rozsáhlého výběru žáků a tento výběr byl reprezentativní z hlediska věku (15 až 19 let), typu školy (gymnázia i střední odborné školy) a geografické polohy (více [6, s. 15–16]).

Pokud by měl být tento článek uzavřen určitou výzvou učitelům fyziky (a často také matematiky) na středních školách, mohla by být následující: Má smysl se v rámci fyziky věnovat také činnostem spojeným s matematikou, protože jsou nedílnou součástí fyziky jako oboru a zároveň existuje zanedbatelné množství žáků, kteří mají k těmto činnostem kladný nebo alespoň neutrální vztah.

Poděkování. Článek vznikl za podpory projektu *The relationships between skills, schooling and labor market outcomes: A longitudinal study* (No. P402/12/G130), financovaného Grantovou agenturou České republiky.

Literatura

- [1] *Kraus, I.*: Fyzika v kulturních dějinách Evropy – od Leonarda ke Goethovi. Česká technika – nakladatelství ČVUT, Praha, 2007.
- [2] *Doležalová, J.*: Produkty a efekty edukace. In: Průcha, J. (Ed.): Pedagogická encyklopedie. Portál, Praha, 2009, s. 223–229.
- [3] *Hejný, M., Jirotková, D. a kol.*: Úlohy pro rozvoj matematické gramotnosti – utváření kompetencí žáků na základě zjištění šetření PISA 2009, ČŠI, Praha, 2012.
- [4] <http://www.niqes.cz/Co-je-NIQES>.
- [5] *Žák, V.*: Důvody, proč se čeští žáci učí fyziku. Pedagogika, roč. 59, č. 3, (2009), s. 269–282.
- [6] *Dvořák, L. a kol.*: Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Matfyzpress, Praha, 2008.
- [7] *Anděl, J.*: Statistické metody. Matfyzpress, Praha, 2003.
- [8] *Svoboda, E., Kolářová, R.*: Didaktika fyziky základní a střední školy – vybrané kapitoly. Karolinum, Praha, 2006.
- [9] *Kalhous, Z., Obst, O.*: Školní didaktika. Portál, Praha, 2002.

Astrofyzikální termodynamika ve výuce fyziky na středních školách

VLADIMÍR ŠTEFL

Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Termodynamika je fyzikální disciplína zabývající se obecnými vlastnostmi a zákonitostmi makroskopických soustav, zejména procesy spojenými s tepelnou výměnou a transformacemi různých forem energie. Historicky vznikla z praktických potřeb lidstva spojených se zvýšením účinnosti