

Názory a postoje žáků k výuce fyziky

EMANUEL SVOBODA – GERHARD HÖFER

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha – Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Úvodem

Dotazníkovým šetřením na základních a středních školách ve všech krajích České republiky jsme uskutečnili výzkum zaměřený na výuku fyziky v širších souvislostech. Své názory a postoje vyjádřilo 3728 žáků základních škol (1935 hochů, 1793 dívek), 803 žáků z nižších gymnázií (366 hochů, 437 dívek), 760 žáků vyšších gymnázií (283 hochů, 477 dívek) a 1117 žáků ostatních středních škol (893 hochů, 224 dívek). Celkem se tedy výzkumu zúčastnilo 6408 žáků (3477 hochů, 2931 dívek).

Po přípravě speciálního dotazníku pro žáky (30 otázek) a učitele fyziky (7 otázek) a pilotáži žakovského dotazníku ve 3 krajích probíhal vlastní výzkum ve školním roce 2003/2004 na uvedených typech škol. Výzkum se uskutečnil prostřednictvím krajských školních inspekcí. Žáci hodnotili oblíbenost a obtížnost jednotlivých vyučovacích předmětů, vyučovací hodinu fyziky, učebnice fyziky, svou domácí přípravu a vyjadřovali se také k některým obecným otázkám postihujících zájem o fyziku.

V následujících částech příspěvku se budeme zabývat získanými výsledky v jednotlivých okruzích a jejich interpretací. Zaměříme se také na rozdíly odpovědí u hochů a dívek. V prezentaci výsledků použijeme značení ZŠ pro základní školu, NG pro nižší gymnázium, VG pro vyšší gymnázium a OŠ pro ostatní typy středních škol. V textu uvedené zkratky pro jednotlivé vyučovacích předměty (např. Ma, Fy, Ch, Čj atd.) jsou obvykle používané zkratky na našich školách.

1 Hodnocení oblíbenosti a obtížnosti vyučovacích předmětů, zvláště pak fyziky

a) Oblíbenost

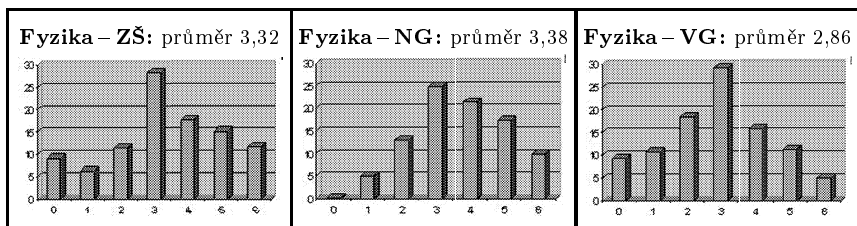
Žáci měli v dotazníku zaznamenat subjektivní „úroveň oblíbenosti“ jednotlivých předmětů na diskretní škále hodnot 0, 1, 2, . . . , 6. Levá krajní hodnota uvedené škály byla přitom interpretována slovy „krajně neoblíbený“, střed škály, označený skórem 3, jako „středně (ne)oblíbený“ a pravá hodnota, označená skórem 6, jako „velmi oblíbený“.

Průměrná oblíbenost jednotlivých předmětů na ZŠ (kromě Čj) má úroveň vyšší než 3 (středně neoblíbený, popř. oblíbený), podobně na NG kromě Čj a Ch a na VG kromě Fy a Ch. Fyzika se na všech typech škol umístila v pořadí průměrů oblíbenosti jednotlivých předmětů na jednom z posledních míst: na ZŠ na 14. (předposledním) místě před Čj; na NG na 10. místě před Ma, Nj, Čj a Ch; na VG na 13. místě před Ch a na OŠ na 12. místě před Ch a Nj.

Většina předmětů na ZŠ je žáky hodnocena jako oblíbenější nebo srovnatelně oblíbená než na NG. Výjimku tvoří pouze anglický jazyk, který je oblíben více na NG. U fyziky nebyl zjištěn významný statistický rozdíl. Průměry oblíbenosti jednotlivých předmětů u NG a VG jsou srovnatelné. Výjimku tvoří fyzika, u které byl zjištěn významný statistický rozdíl. Na VG je fyzika výrazně méně oblíbená než na NG.

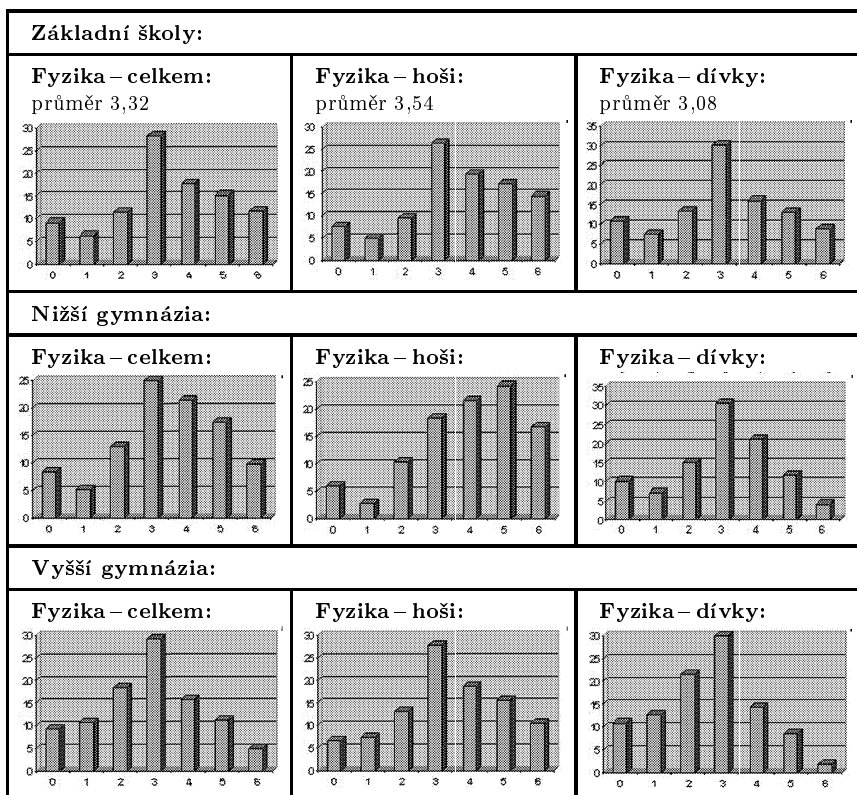
V žebříčku oblíbenosti přírodovědných předmětů a matematiky na ZŠ je fyzika statisticky nejméně oblíbená. Vzhledem k tomu je smysluplné zařazování témat z oborů biologie, biofyziky, zeměpisu a především informatiky do vyučování fyzice. Mezi ZŠ a NG nebyl zjištěn rozdíl, mezi NG a VG existuje statisticky významný rozdíl v oblíbenosti fyziky. Porovnání diagramů relativních četností oblíbenosti fyziky na jednotlivých typech škol je na obr. 1. Na vodorovné ose je vyznačena diskretní škála hodnot, na svislé ose relativní četnost v %.

V celkovém porovnání oblíbenosti přírodovědných předmětů (Inf, Ze, Fy, Ma, Ch, Př), matematiky a předmětů jazykových a humanitních (Čj, Aj, Dě, Nj, Ov, Hv, Tv) na ZŠ hodnotili žáci jako statisticky významně oblíbenější předměty přírodovědné. Fyzika je oblíbenější u hochů než u dívek.



Obr. 1 Porovnání diagramů relativních četností (v %) oblíbenosti předmětu fyzika na ZŠ, NG a VG

Obrázek 2 doplňuje obrázek 1 o diagramy relativních četností (v %) oblíbenosti fyziky u hochů a dívek.



Obr. 2 Diagramy relativních četností (v %) oblíbenosti fyziky na ZŠ, NG a VG

Hodnocení oblíbenosti fyziky u hochů se výrazně liší od hodnocení dívek, nejmarkantnější je to na NG. Na VG je situace podobná. Toto naše zjištění podpořilo i porovnání obou hodnocení Kolmogorovým-Smirnovovým testem a chí-kvadrátem dobré shody.

b) Obtížnost

Žáci měli v dotazníku zaznamenat subjektivní „úroveň obtížnosti“ jednotlivých předmětů na diskrétní škále hodnot 6, 5, 4, . . . , 0. Levá krajní hodnota uvedené škály byla přitom interpretována slovy „krajně obtížný“ (maximálně obtížný), střed škály, označený skórem 3, jako „středně obtížný“ a pravý kraj škály označený skórem 0, jako „naprosto snadný“ (tedy bez obtíží). Při zpracování výsledků jsme zjišťovali aritmetický průměr škály použitých hodnot. Vysoké hodnoty aritmetického průměru signalizují vysoký stupeň obtížnosti předmětu, nízké hodnoty naopak snadnost předmětu, viz následující tabulky 1a-d. Pořadí předmětů je uspořádáno podle rostoucí hodnoty Φ .

Z tabulky 1a vyplývá, že na ZŠ je nejobtížnější český jazyk. Mezi středně obtížné pak patří předměty matematika, fyzika, chemie a dva předměty jazykové. Vlevo od středu škály obtížnosti jsou pak dějepis, přírodopis a zeměpis. Informatika, předměty esteticko-výchovné a tělesná výchova jsou hodnoceny jako předměty málo obtížné.

Tab. 1a Aritmetický průměr obtížností jednotlivých předmětů na základní škole

	Rv	Tv	Inf	Vv	Hv	Ov	Ze	Př
Průměr Φ	0,82	0,87	0,88	0,88	0,97	1,15	2,18	2,24
	Dě	Nj	Ch	Aj	Fy	Ma	Čj	
Průměr Φ	2,44	2,93	2,98	3,01	3,01	3,04	3,21	

Tab. 1b Aritmetický průměr obtížností jednotlivých předmětů na nižších gymnáziích

	Vv	RV	Tv	Ov	Hv	Inf	Ze	Dě
Průměr Φ	0,93	1,11	1,11	1,25	1,34	1,42	2,23	2,35
	Aj	Bi	Fy	Čj	Nj	Ma	Ch	
Průměr Φ	2,72	2,89	2,93	3,03	3,24	3,30	3,60	

Tab. 1c Aritmetický průměr obtížností jednotlivých předmětů na vyšším gymnáziu

	Tv	Hv	Vv	Rv	Inf	Ov	Ze	Dě
Průměr Φ	0,90	0,93	1,03	1,38	1,81	1,83	1,96	2,30

	Bi	Aj	Čj	Nj	Ma	Fy	Ch	
Průměr Φ	2,60	2,66	2,81	2,93	3,43	3,45	3,53	

Tab. 1d Aritmetický průměr obtížností jednotlivých předmětů na ostatních středních školách

	Tv	Rv	Vv	Hv	Ov	Inf	Ze	Bi
Průměr Φ	0,96	1,16	1,42	1,45	1,47	1,58	1,90	2,42

	Dě	Aj	Čj	Ch	Nj	Fy	Ma	
Průměr Φ	2,66	3,08	3,08	3,12	3,27	3,40	3,44	

Na NG jsou 3 předměty výrazně nad středem hodnotící škály – německý jazyk, matematika a chemie. Jako středně obtížné se jeví předměty anglický jazyk, biologie, fyzika a český jazyk. Stejně jako na ZŠ existuje i na NG velká skupina předmětů („výchovy“ a informatika), které jsou hodnoceny jako nejméně náročné.

Na VG patří k nejobtížnějším předmětům chemie, v těsném sledu jsou fyzika a matematika. Německý jazyk je hodnocen stejným průměrem jako na základní škole, do nižší polohy se přesunul český jazyk. Informatika je o něco obtížnější, než na nižším gymnáziu.

Z tabulky 1d je vidět, že na ostatních středních školách patří mezi nejtěžší předměty matematika, fyzika a německý jazyk, o něco lépe je na tom chemie. Střední obtížnost zaujímají předměty český a anglický jazyk. Informatika je méně obtížnější než na VG.

c) Rozložení celkového průměru známek žáků na jednotlivých typech škol

Kromě hodnocení oblíbenosti a obtížnosti vyučovacích předmětů jsme také podchytili rozložení celkového průměru všech známek u žáků na jednotlivých typech škol. Žáci udávali svůj průměr v jednom z pěti intervalů: I: 1,00 – 1,50; II: 1,51 – 2,00; III: 2,01 – 2,50; IV: 2,51 – 3,00; V: 3,01 a více. Tabulka 2 udává absolutní četnosti (A. č.) a relativní četnosti (v %) průměru známek ze všech předmětů u hochů a dívek v těchto intervalech.

Tab. 2 Absolutní a relativní četnosti průměru známek u hochů a dívek na ZŠ, NG, VG a OŠ

Průměrná známka v intervalu		ZŠ		NG		VG		OŠ	
		A. č.	%	A. č.	%	A. č.	%	A. č.	%
I	Hoši	547	28,5	147	40	38	13	19	2
	Dívky	782	43	234	54	142	30	24	11
II	Hoši	554	29	149	41	110	39	150	17
	Dívky	539	29	150	34	209	44	69	31
III	Hoši	504	26	53	15	92	33	354	40
	Dívky	338	18	46	11	97	20	81	36
IV	Hoši	220	11	16	4	36	13	268	30
	Dívky	118	6	5	1	22	5	32	14
V	Hoši	89	4,5	1	0	6	2	97	11
	Dívky	37	4	1	0	3	1	18	8
Součet	Hoši	1 914		366		282		888	
	Dívky	1 814		436		473		224	
Průměr	Hoši	1,92		1,67		2,01		2,40	
	Dívky	1,72		1,55		1,76		2,14	

Na všech typech škol existuje rozdíl mezi celkovým průměrem známek hochů a dívek. Ve všech případech je nižší u děvčat. Největší rozdíly jsou na VG a OŠ. Děvčata jsou výrazně zodpovědnější a pečlivější při plnění školních povinností.

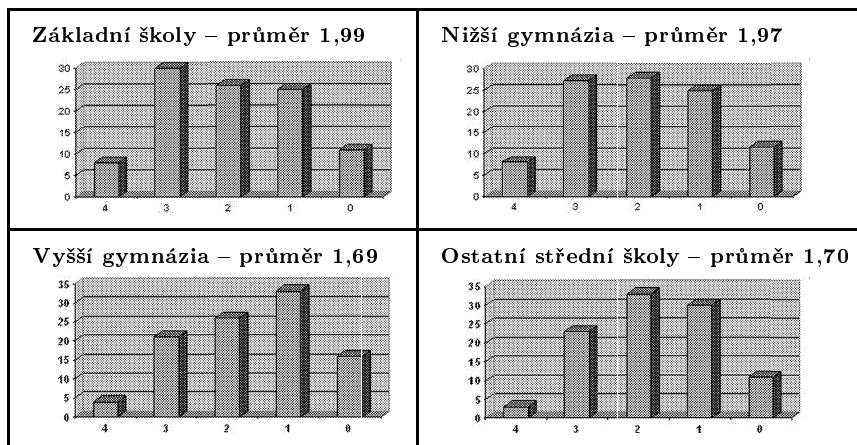
2 Hodnocení vyučovací hodiny fyziky

K získání postojů žáků jednotlivých typů škol k průběhu vyučovací hodiny fyziky jsme se ve výzkumu zaměřili na tyto okruhy: těšení se na hodiny fyziky, známka z fyziky, upřednostňování formy prověřování vědomostí, oblíbenost jednotlivých částí hodiny fyziky, četnost výskytu jednotlivých částí hodiny fyziky, jak žáky baví pokusy samostatně prováděné, fyzikální teorie a praktické aplikace fyziky. Rozeberme první čtyři okruhy podrobněji, ke zbývajícím uvedeme jen závěry.

a) Těšení se na hodinu fyziky

Žáci se měli vyjádřit k tomu, jak se těší na hodiny fyziky na škále

odpovědi: 4 – rozhodně se těším, 3 – spíše se těším, 2 – nevím, 1 – spíše se neteším, 0 – rozhodně se neteším. Získané výsledky uvádějí diagramy na obr. 3:



Obr. 3 Diagramy relativních četností (v %) rozložení stupňů „těšení se“ na škále 0 – 6

Zjistili jsme, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi ZŠ a NG, ale existuje tento rozdíl mezi NG a VG a ZŠ a OŠ. Ukázalo se také, že na všech typech škol je průměrný stupeň „těšení se na hodinu fyziky“ u hochů vyšší, než u dívek. Na OŠ upadá zájem žáků o hodiny fyziky. Hypotéza, že skupina žáků s učitelem-mužem se bude těšit na hodiny fyziky jinak, než skupina žáků s učitelkou-ženou, se nepotvrdila. Na žádném typu sledovaných škol nedošlo ke statisticky významnému rozdílu mezi výpověďmi obou sledovaných skupin žáků. Porovnáním průměrů volby „těšení se na hodinu fyziky“ jsme zjistili, že na ZŠ a NG je poněkud vyšší stupeň „těšení se“ u žáků, které učí učitel do 40 let, než u žáků, které učí učitel nad 40 let. Na VG je tomu mírně naopak.

Zjišťovali jsme také, zda na volbu „těšení se na hodinu fyziky“ nemá vliv velikost sídla školy, kam žáci docházejí. Na ZŠ se vliv velikosti sídla školy na známku z fyziky neprojevil. Na NG jsou průměry známek nejvyšší ve velkých městech. Výrazný je rozdíl četností známek mezi největšími (nad 50 tisíc obyvatel) a nejmenšími městy (pod 5 tisíc obyvatel) ve prospěch nejmenších měst. Ve větších městech jsou na úrovni gymnázia a v důsledku lepšího složení třídy kladený na žáky větší nároky a hodnocení je o něco

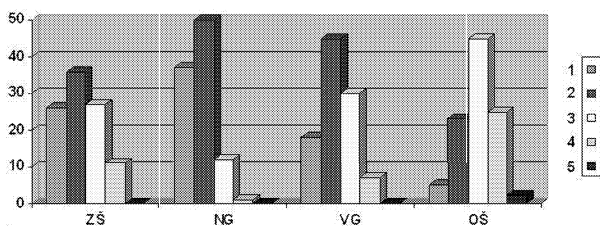
přísnější než na menších školách. Na VG jsme hodnotili situaci jen mezi gymnázii v městech nad 50 tisíc obyvatel a v městech s počtem obyvatel 5 – 50 tisíc. I zde se potvrdilo, že ve větších městech jsou v důsledku lepšího složení třídy kladeny na žáky větší nároky a hodnocení je o něco přísnější než na menších školách.

b) Četnost známek z fyziky

Tabulka 3 a histogramy na obr. 4 podchycují četnosti známek 1, 2, 3, 4, 5 z fyziky:

Tab. 3 Absolutní a relativní četnosti známek z fyziky u sledovaných typů škol

Známka	ZŠ		NG		VG		OŠ	
	počet	%	počet	%	počet	%	počet	%
1	964	26	299	37	135	18	54	5
2	1 350	36	396	50	342	45	255	23
3	1 004	27	99	12	226	30	504	45
4	422	11	7	1	57	7	277	25
5	15	0,4	0	0	0	0	23	2
Celkem	3 755		801		760		1 130	
Průměr	2,25		1,76		2,27		2,94	



Obr. 4 Diagram relativních četností (v %) známek z fyziky na všech typech škol

Z tabulky a histogramu je patrné, že škála známek se na NG a VG zúžila na první čtyři stupně. Na ostatních typech škol je četnost pětice velmi nízká. Nejnížší je průměr známek z fyziky na NG – 1,76. Skoro 90 % žáků má známku 1 nebo 2. Na ZŠ je situace o něco horší. Na VG je veliký propad průměru proti NG. Situace je srovnatelná se ZŠ. Na OŠ s celkovým průměrem 2,94 je téměř normální rozložení známek z fyziky.

Při porovnání průměru známek z fyziky (viz tab. 4) mezi hochy a dívkami nejsou rozdíly příliš velké. Na ZŠ je průměr o něco lepší u dívek, na NG je tomu naopak.

Tab. 4 Průměr známek z fyziky u hochů a dívek na jednotlivých typech škol

Typ školy	Průměr u hochů	Průměr u dívek
ZŠ	2,33	2,16
NG	1,71	1,81
VG	2,28	2,26
OŠ	2,98	2,89

Ukázalo se, že známkování žáků z fyziky učitelem a učitelkou vykazuje na základní škole rozdíly. Učitelé jsou přísnější ve známkování než učitelky. Zatímco např. učitelé dali 55,8 % žákům jedničky nebo dvojky, učitelky 68,2 % žákům. Závislost průměru známek z fyziky na stáří učitele nebyla prokázána na ZŠ (na rozdíl od výzkumů prováděných v jiných státech Evropy).

c) Formy prověřování vědomostí a dovedností v hodinách fyziky

Při zkoumání forem prověřování volili žáci takovou formu, která jim ve vyučování nejvíce vyhovuje. Vybírali z těchto možností: 1. ústní zkoušení; 2. písemné zkoušení; 3. testy; 4. jiná forma; 5. je mi to jedno. Když jsme zjistili rozložení četností jednotlivých forem zkoušení na jednotlivých typech škol, bylo možné sestavit pořadí těchto forem, jak ukazuje tabulka 5 (v závorce uvedené zaokrouhlené číslo udává relativní četnost forem zkoušení v %):

Tab. 5 Pořadí forem zkoušení na jednotlivých typech škol

ZŠ	NG	VG	OŠ
1. – 2. pís. zkoušení (30)	1. test (36)	1. test (35)	1. test (47)
1. – 2. test (30)	2. ústní zkoušení (25)	2. písemné zkoušení (28)	2. písemné zkoušení (26)
3. ústní zkoušení (23)	3. je mi to jedno (19)	3. ústní zkoušení (23)	3. – 4. ústní zkoušení (13)
4. je mi to jedno (16)	4. písemné zkoušení (18)	4. je mi to jedno (13)	3. – 4. je mi to jedno (13)
5. jiná forma (1)	5. jiná forma (2)	5. jiná forma (1)	5. jiná forma (1)

Je však možné, že někteří žáci považovali písemnou zkoušku za test a tím se tato forma umístila na prvním místě u všech typů škol.

Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hochy a dívkami při volbě formy prověřování vědomostí a dovedností na žádném sledovaném typu škol.

d) Oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky

V další části dotazníku hodnotili žáci skladbu vyučovací hodiny fyziky. Do záznamového listu měli zaznamenat oblíbenost učitelových pokusů, videa, filmu, pokusů žáků, internetu, výkladu, referátů, vyprávění, úloh a opakování. Hodnocení prováděli na škále 0 – krajně neoblíbená část hodiny, . . . , 3 – středně (ne)oblíbená, . . . , 6 – velmi oblíbená.

Všechny nabízené části vyučovací hodiny jsme rozdělili při zpracování dat na tři základní skupiny: na skupinu vztahující se k praxi a k praktickým aplikacím fyziky (video, film, pokusy učitele a žáků, internet), skupinu vztahující se k teorii (výklad, referát, vyprávění) a na skupinu procvičovací (řešení úloh, opakování). Po výpočtu průměrů „oblíbenosti“ na výše uvedené škále jsme dostali následující tabulku 6 s pořadím jednotlivých částí.

Tab. 6 Pořadí oblíbenosti jednotlivých částí vyučovací hodiny podle průměru na škále 0 – 6

ZŠ		NG		VG		OŠ	
Prakt. aplikace		Prakt. aplikace		Prakt. aplikace		Prakt. aplikace	
1. Pok. učitele	5,09	1. Video	5,05	1. Pok. učitele	4,92	1. Pok. učitele	4,99
2. Video	4,96	2. Film	5,01	2. Video	4,69	2. Video	5,12
3. Film	4,87	3. Pok. učitele	4,94	3. Film	4,60	3. Film	5,03
4. Pokusy žáků	4,85	4. Internet	4,88	4. Pokusy žáků	4,43	4. Pokusy žáků	4,61
5. Internet	4,77	5. Pokusy žáků	4,72	5. Internet	4,47	5. Internet	4,90
Celk. průměr	4,91	Celk. průměr	4,92	Celk. průměr	4,63	Celk. průměr	4,90

Teorie – výklad		Teorie – výklad		Teorie – výklad		Teorie – výklad	
6. Výklad	3,72	6. Referáty	3,31	6. Výklad	3,41	6. Výklad	3,85
7. Referáty	3,13	7. Výklad	3,31	7. Referáty	3,50	7. Referáty	2,86
8. Vyprávění	3,12	8. Vyprávění	3,00	8. Vyprávění	3,35	8. Vyprávění	3,30
Celk. průměr	3,34	Celk. průměr	3,21	Celk. průměr	3,42	Celk. průměr	3,40

Procvičování		Procvičování		Procvičování		Procvičování	
9. Úlohy	2,69	9. Úlohy	2,71	9. Úlohy	2,74	9. Úlohy	2,69
10. Opakování	2,08	10. Opakování	1,60	10. Opakování	1,46	10. Opakování	1,70
Celk. průměr	2,38	Celk. průměr	2,16	Celk. průměr	1,79	Celk. průměr	2,20

Tabulka 6 ukazuje několik důležitých skutečností. Nejvýraznější je rozdíl u pokusů prováděných učitelem. Tato činnost se umístila v žebříčku hodnocení na prvním místě na ZŠ a na VG. Na NG a OŠ se umístila až na třetím místě, i když rozdíly nejsou velké. Pokusy prováděné žáky byly hodnoceny oproti pokusům prováděných učiteli na všech typech škol o něco hůře. Pravděpodobnou příčinou je ta skutečnost, že pokud žáci provádějí pokusy v hodinách zřídka, mají jisté obavy z této práce. Další příčinu u vyšších tříd spatřujeme v tom, že je málo času na provádění pokusů žáky. Tato činnost je stále méně prováděna i v laboratorních cvičeních. Výsledky hodnocení oblíbenosti práce s internetem ukazují na to, že většina žáků nemá zkušenosti s vyhledáváním informací na internetu nebo nemá k internetu přístup.

Z tabulky 6 je také vidět, že převažuje pozitivní hodnocení praktických aplikací ve fyzice nad teorií (u ní převládá výklad). Nejméně příznivě hodnotili žáci oblibu opakování a procvičování učiva řešením úloh. Ukázalo se také z dalších výpočtů, že jen přibližně desetina všech dotázaných žáků hodnotila opakování pozitivně, naopak negativně opakování hodnotily přibližně dvě třetiny žáků. S hodnocením řešení fyzikálních úloh v hodinách to bylo o něco lepší (pozitivně hodnotilo 30 % žáků, negativně 40 %).

e) Četnost výskytu jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky

V návaznosti na předcházející zkoumaný okruh měli žáci hodnotit skutečnou četnost výskytu různých částí vyučovací hodiny. K výběru měli 10 možností a volili ze stupnice 0 – nikdy, ..., 3 – v 50 %, ..., 6 – každou hodinu. Souhrnné výsledky poskytuje tabulka 7. Z ní je patrné, že pořadí částí hodiny fyziky je téměř stejné na všech typech škol. Jednotlivé činnosti můžeme podle četnosti používání rozdělit do tří skupin. První skupinu tvoří podle našeho předpokladu výklad, opakování a řešení úloh, druhou skupinu tvoří pokusy učitele a pokusy prováděné žáky a poslední velkou skupinou jsou činnosti málo v hodinách fyziky frekventované – vyprávění, referáty, video, film a internet.

Tab. 7 Pořadí jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky podle průměru na škále 0 – 6

Základní školy	Nižší gymnázia	Vyšší gymnázia	Ostatní stř. školy
Výklad – 5,1	Výklad – 5,4	Výklad – 5,6	Výklad – 5,2
Opakování – 3,6	Opakování – 4,1	Úlohy – 4,0	Opakování – 3,7
Úlohy – 3,5	Úlohy – 4,0	Opakování – 4,0	Úlohy – 3,4
Pokusy učitele – 2,8	Pokusy učitele – 2,4	Pokusy učitele – 2,1	Pokusy učitele – 1,8
Pokusy žáků – 2,1	Pokusy žáků – 1,5	Pokusy žáků 1,4	Pokusy žáků – 1,2
Referáty – 1,4	Vyprávění – 0,9	Vyprávění – 0,8	Referáty – 1,0
Vyprávění – 1,6	Referáty – 1,0	Video – 1,0	Vyprávění – 1,1
Video – 1,4	Video – 0,9	Referáty – 0,6	Video – 1,0
Film – 1,1	Film – 0,6	Film – 0,6	Film – 0,8
Internet – 0,9	Internet – 0,4	Internet – 0,2	Internet – 0,5

Zarážející je pokles průměru provádění pokusů učitelem směrem od ZŠ. Učitelé na NG provádějí pokusy méně často, než učitelé na ZŠ; větší důraz je na NG kladen na výklad. Stejný posun jako u učitelských pokusů vidíme i u pokusů prováděných žáky. Na ZŠ provádějí žáci více pokusů než na NG. Stav na NG a VG je podobný.

Je zarážející, že se velmi málo používá internet. Dokonce se používání v posloupnosti ZŠ – NG – VG snižuje, což zřejmě souvisí s nedostatečným a pomalým zaváděním internetu do škol.

Výrazně pozitivní je hodnocení pokusů prováděných žáky, nejvýrazněji pak u žáků ZŠ. Přitom nejsou velké rozdíly v hodnocení hochů a dívek. U hochů je na všech typech škol vyšší. Výzkum také ukázal, že u hochů je zájem o fyzikální teorii vyšší než u dívek na všech typech škol. Ještě významnější je zájem u hochů o praktické aplikace uváděné v hodinách fyziky. Z výsledků usuzujeme, že současná struktura výuky fyziky s jejími praktickými aplikacemi a promítnutá i do učebnicové tvorby spíše odpovídá chápání světa hochy.

(Pokračování)

Didaktická komunikace fyziky a její aplikace

PAVOL TARÁBEK – PŘEMYSL ZÁŠKODNÝ

Didaktický institut, Bratislava, SLOVENSKO – Jihočeská univerzita, České Budějovice

(Dokončení)

4. Pojmově poznatkové systémy a jejich kognitivní úrovně ve fyzikálním poznávání

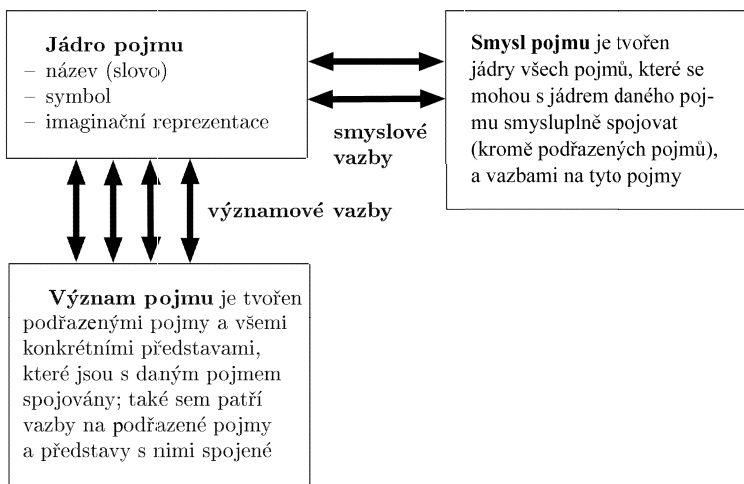
4.1. Popis pojmově poznatkových systémů a jejich úrovní

V rámci didaktické komunikace lze rozlišit **externí pojmově poznatkové systémy** (externí PPS) jako výsledky poznávacího procesu v dané vědní disciplíně a **interní pojmově poznatkové systémy** (interní PPS) jako výsledky poznávacího procesu konkrétní osobnosti (např. žáka nebo studenta ve školním vzdělávání). Externí PPS nejsou pouze teorie a poznatky popsané v publikacích; patří k nim také interní PPS lidí, kteří v dané vědní disciplíně pracují. V procesu didaktické komunikace jsou v rámci transformací T1 a T2 externí PPS transformovány na didaktizované externí PPS.

Východiskem pro vytváření konkrétních pojmově poznatkových modelů je trojúhelníkový model struktury vědeckého pojmu – *triangular model of scientific concept structure* ([17], [18], [30]), jehož mapa je uvedena na obr. 2 ve zjednodušené podobě.

U interních a externích pojmově poznatkových systémů lze rozlišit pět kognitivních úrovní (viz [14], [15], [25], [28]), které souvisejí u jedince s individuálním vývojem poznání a interních pojmově poznatkových systémů, nebo s historickým vývojem fyzikálního poznání a externích pojmově poznatkových systémů:

1. **prvotně empirická úroveň** (zkušenostně empirická úroveň),
2. **empirická úroveň** (vědecko empirická úroveň),
3. **parametricko symbolická** (matematická) **úroveň**,
4. **strukturální úroveň**,
5. **formální úroveň** (úroveň formálních symbolů).



Obr. 2 Trojúhelníkový model struktury vědeckého pojmu

Popis jednotlivých úrovní interních a externích PPS by vyžadoval značný prostor. Zjednodušeně lze konstatovat, že tyto úrovně odpovídají ve fyzice jednotlivým (v podstatě historickým) etapám fyzikálního poznávání:

1. fyzika ve starověku (*Aristoteles*, *Ptolemaios*, ale již nikoliv *Archimedes*);
2. empirická fyzika odvozující nejjednodušší empirické zákony z pozorování, které jsou formulovány verbálně (nikoliv pomocí symbolů a matematických vztahů); na vědecké úrovni jsou verbálně formulovány fyzikální principy;
3. parametricko symbolická etapa poznávání, na níž jsou pojmy označovány symboly a jednotlivé zákony jsou formulovány pomocí matematických symbolů a vztahů;
4. na strukturální úrovni jsou jednotlivé fyzikální zákony a poznatky propojovány do struktur a jsou vytvářeny fyzikální teorie;
5. formální úrovni odpovídají nejobecnější formální fyzikální teorie; fyzikální pojmy těchto teorií jsou rovněž formální, neboť jejich význam je konkretizován až aplikací v rámci konkrétních podmínek.

4.2. Ilustrace pojmově poznatkového systému a jeho úrovní

Např. jádro pojmu „síla“ je na parametricko symbolické úrovni poznávání tvořeno názvem „síla“, symbolem F a představou „síla způsobuje

změnu pohybového stavu tělesa nebo jeho deformaci“. Tato představa je imaginační reprezentací pojmu v mysli individua ve více či méně konkrétní podobě. Na empirické úrovni poznávání např. ještě chybí symbol F a imaginační reprezentace má obvykle podobu „síla způsobuje pohyb tělesa nebo jeho deformaci“ [17].

Význam pojmu „síla“ je na parametricko symbolické úrovni tvořen podřazenými pojmy „gravitační síla“, „elektrická síla“, „magnetická síla“ atd. a představami těchto sil; na strukturální úrovni je pak tvořen nejen čtyřmi fyzikálními interakcemi (silnou, slabou, elektromagnetickou a gravitační; zde je název síla nahrazen názvem interakce), ale i významovými vazbami.

Smysl pojmu „síla“ je na parametricko symbolické úrovni tvořen pojmy hmotnost, zrychlení a vazbami mezi těmito pojmy a pojmem „síla“, které jsou zjednodušeně vyjádřeny druhým Newtonovým zákonem. V rámci smyslu pojmu „síla“ se pak objeví i další pojmy (tlak, napětí, deformace atd.), které jsou spojeny s definicí tlaku, s Hookovým zákonem, se vztahy mechaniky kontinua apod.

5. Aplikace teorie didaktické komunikace ve vzdělávacím procesu

Autoři článku ve svých pracích aplikovali transformace T1, T2 a T3 teorie didaktické komunikace fyziky na tvorbu monografií (viz [13] – [18], [19]) a učebních textů (viz [20] – [23], [19]).

Např. učební text [19] je práce vycházející z potřeb středoškolské didaktiky fyziky a respektující transformaci T3 teorie didaktické komunikace. Na každé stránce práce [19] jsou vytvářeny vhodnou kombinací několika úrovní externího pojmově poznatkového systému dobré předpoklady pro přenos fyzikálního poznání k žákům a studentům. Každý jednotlivec si může v rámci své úrovně interního pojmově poznatkového systému zvolit úroveň odpovídající jeho možnostem. Např. pro studenty se zájmem o fyziku jsou v modrém sloupci nebo v bílých blocích s řešenými příklady doplňující texty na vyšší poznatkové úrovni. Učebnice [19] je ilustrací cíleného využití strukturovaných modelů pojmově poznatkových systémů na základě volby vhodných úrovní externích pojmově poznatkových systémů. Učebnice je zpracována strukturovaným způsobem [27] a v průběhu středoškolského studia může být využita jako příruční encyklopedie středoškolské fyziky. Pro výuku moderní fyziky včetně fyziky mikrosvěta je použitelná rovněž jako učebnice.

Obdobnou cestou respektování transformací T1, T2 a T3 teorie didaktické (a vzdělávací) komunikace fyziky se ubírala tvorba učebnic [20], [21].

V pracích [20], [21] se podařilo prostřednictvím české i anglické verze předložit přehled základů teoretické fyziky zhruba na 300 stránkách. Součástí prací je aplikace fyziky na radiologii. Česká i anglická verze jsou použitelné nejen pro studijní programy potřebující fyziku jako doplňující pilíř, ale také pro učitele fyziky na všech úrovních vzdělávací soustavy a pro studenty gymnázia se zájmem o fyziku a matematiku.

V pracích [22], [23] se staly východiskem aplikace transformací teorie didaktické komunikace fyziky modely mechaniky soustavy částic a mechaniky kontinua. Tyto modely umožnily algoritmicky řešit Lagrangeovou, Hamiltonovou, Hamiltonovou-Jacobiho a Eulerovou metodou příklady v oblasti mechaniky soustavy částic a metodami Pascalovy dokonalé tekutiny, Newtonovy vazké tekutiny a Hookova elastického kontinua příklady v oblasti mechaniky kontinua.

Zajímavou aplikací didaktické komunikace fyziky v oblasti vysokého školství je **teorie vzdělávací komunikace** (viz [15] – [18]). Např. strukturní úrovně *Diploma Supplement* (dodatek k vysokoškolskému diplomu umožňující uplatnění absolventa v zahraničí) popsané v [29] jsou srovnatelné s transformacemi poznatků, na kterých je založena teorie vzdělávací komunikace.

Pojmové mapy některých fyzikálních pojmů (vycházející ze struktury fyzikálních pojmů na empirické úrovni a vhodné pro základní školu) byly prezentovány na *World Education Market*, Vancouver, Canada v r. 2000 a jsou publikovány v [18]. Jejich zjednodušenou verzí jsou Mapky fyziky pro ZŠ v rámci edice Mapky ... vydané nakladatelstvím Didaktis.

Použitelnost teorie didaktické komunikace (*J. Brockmeyerová-Fenclová*) a kognitivně strukturních metod (*P. Tarábek, P. Záškodný*) byla potvrzena nejen v oblasti strukturování přenosu fyzikálního poznání, obsahu výuky a tvorby učebnic ve fyzice, ale také v několika jiných vědeckých oborech. Např. v pracích [13] – [18] byly aplikace teorie didaktické komunikace a kognitivně strukturních metod ověřeny vedle didaktiky fyziky také v didaktice chemie, pedagogice, klinické psychologii, radiologii, ekonomii a dalších vědních oborech.

Závěrem chtějí autoři článku opětovně upozornit na kreativnost a aplikabilitu teorie didaktické komunikace fyziky. Domnívají se, že jednotlivé základní problémové oblasti didaktické komunikace fyziky by se měly stát předmětem intenzivnějšího vědeckého výzkumu než tomu bylo dosud.

Literatura je uvedena v 1. části článku.