

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Emil Kašpar

Modernizace školské fyziky - iluze a skutečnost

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 17 (1972), No. 4, 207--212

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138958>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1972

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>

MODERNIZACE ŠKOLSKÉ FYZIKY – ILUZE A SKUTEČNOST

EMIL KAŠPAR, Praha

*Učitel musí učit ne tolik, kolik sám může
učit, nýbrž kolik žák může pochopit*
(Komenský, Didaktika analytická)

Hnutí o modernizaci školy v nejširším smyslu (a o modernizaci školské fyziky zvláště) je vyvoláno skutečností, že neustále vznikají disproporce mezi úkoly, jejichž plnění se na škole žádá, a mezi skutečným plněním. Příčiny nedostatků se hledají jak v organizaci školství, tak v náplni školy, ať už jde o učební plány nebo o obsah a pojetí jednotlivých předmětů. Je přirozené, že nejcitlivěji se tyto nedostatky projevují u předmětů, které souvisí s vědními obory, jejichž společenský význam vzrostl zvláště rychlým tempem. Z tohoto důvodu je právě školská fyzika ve středu pozornosti.

1. HLAVNÍ PROBLÉMY MODERNIZACE ŠKOLSKÉ FYZIKY

Když se mluví o modernizaci školské fyziky, říká se, že jde o modernizaci obsahu, metod a prostředků, jimiž se rozumějí především názorné pomůcky.

U modernizace *obsahu* jde o trojí stránku: jednak aby se do školské fyziky dostaly v míře větší než dosud *poznatky* tzv. *moderní fyziky*, především z teorie relativity, z kvantové mechaniky a ze statistické fyziky, dále aby se *struktura* školské fyziky přizpůsobila struktuře soudobé fyziky, čímž se konkrétně myslívá upuštění od tradičního dělení na mechaniku, vlnění, akustiku, termiku atd. Třetí stránka se týká *přetížení obsahu* školské fyziky, které nutně nastane při včlenění dalších obtížných poznatků do osnov.

Je jistě nesporné, že o mnohých nových fyzikálních objevech by měl být na vhodné úrovni poučen každý, kdo se chce počítat mezi středoškolsky vzdělané lidi, zejména když o nich čte v populárně vědecké literatuře, slyší v rozhlase a televizi, čte i v novinových přílohách, a to někdy způsobem, v němž se víc uplatňuje fantazie autorů než vědecká skutečnost. Ovšem snahy o zařazení těchto poznatků jako závazného učiva do osnov školské fyziky mají tak závažné důsledky, že jim věnujeme zvláštní pozornost ve 2. části tohoto článku.

Další stránkou modernizace je soubor otázek kolem *didaktické soustavy* učiva fyziky, která se někdy nazývá strukturou či modelem školské fyziky apod. Jde o požadavek, aby se školská fyzika i po této stránce přizpůsobila struktuře vědecké fyziky.

Podívejme se na tuto otázku obecněji. Především je nesporné, že v přírodě neexistuje žádné uspořádání jevů. Uspořádání poznatků je dílem lidským a vždycky se dělá za určitým účelem. Struktura většího oddílu fyziky začne vznikat teprve tehdy, když některý pracovník sebere pro určitý obor (např. pro fyziku struktury kovů) pokud možno všechny dostupné objevy a poznatky a uspořádaně je zpracuje a sepíše monografií. Ale monografie se nepíše jistě jen proto, aby bylo lidské vědění zaznamenáno pro budoucí generace, nýbrž především z důvodů didaktických, tj. pro usnadnění, popř. vůbec umožnění studia daného oboru těm, kteří v něm pracují nebo chtějí pracovat. Je-li text určen pro velmi vyspělé pracovníky, ustupují pedagogicko-metodická a psychologická hlediska do pozadí a výrazně se uplatňují logické a fyzikální souvislosti poznatků, popř. i hlediska ekonomie výkladu.

Hlediska pro uspořádání látky středoškolské fyziky jsou však kvalitativně jiná než u textů pro vysoké školy nebo pro vědecké pracovníky. U středoškolské fyziky není možno přehlížet, že se zde žák teprve začíná drobnými krůčky prodírat spoustou abstraktních poznatků, a jestliže nevěnujeme náležitou péči, abychom zabezpečili pochopení nejjzákladnějších poznatků, především se zřetelem na smyslový názor, dostáváme se do situací, že leckterý absolvent vysokoškolského studia fyziky jim nerozumí. Je jistě nesporné, že didaktická soustava je tím vhodnější, čím lépe umožňuje dosáhnout uvědomělého osvojení fyzikálního učiva a s tím souvisejících ostatních vyučovacích cílů. O tom všem však rozhodují mnohem více zřetele pedagogicko-psychologické, než se běžně myslí. Proto je velmi naléhavé, aby se k těmto otázkám obrátila pozornost pracovníků naší teorie vyučování fyzice.

Omyl těch, kteří pohlížejí pohrdlivě na strukturu dnešní školské fyziky, opírající se o smyslový názor, pramení z toho, že ji považují za pouhý historický přežitek, a neuvědomují si, jak významnou úlohu v procesu poznávání u člověka, jehož duševní život a abstrakční schopnosti a zkušenosti jsou vlastně v počátečním vývojovém stavu, má právě vlastní smyslová zkušenost. Podle přesvědčení autora mnohé nynější neúspěchy školské fyziky jsou způsobeny (i při současné struktuře didaktických soustav) právě přezíráním (anebo neznalostí) této skutečnosti.

Třetí stránka, která souvisí s obsahem, je požadavek, aby se do školské fyziky začleňovaly nové a nové poznatky, plynoucí z rozvoje fyziky a techniky. To je jeden z důvodů, proč řada pracovníků hledá ekonomizující systémy, struktury, integraci témat apod., jejichž nutným následkem je vtěsnání co největšího množství poznatků do co nejmenšího časového prostoru. Tyto snahy, jejichž výsledkem je hypertrofie všech školních předmětů přemírou lexikálních poznatků, mají těžké následky: Tyto vědomosti jsou nutně povrchní a prchavé. Ve fyzice je situace ještě zhoršena tím, že pro většinu žáků jsou tyto poznatky nejasné, ne-li nesrozumitelné, v každém případě v různých stupních formální. A to má další nedobré následky. První z nich jest, že pak jsou při hodnocení preferováni žáci s dobrou verbální pamětí, neboť pro nedostatek času nelze věnovat dostatečnou pozornost těm formám výuky, při nichž se účinně rozvíjí to, co nazýváme fyzikální myšlení. A s tím souvisí další nepříznivá skutečnost, že totiž u žáků, kteří mají schopnost fyzikálního myšlení, a jsou tedy pro fyzikálně

technická studia nejcennější, nejen není buzen a rozvíjen zájem o fyziku, nýbrž naopak, původní indiferentnost, ba i zájem o fyziku se mění v odpor. (S tím souvisí onen známý strach ze studia fyziky u mnohých absolventů středních škol. Odůvodňují jej tím, že z fyziky „nic“ neumějí nebo aspoň umějí nesrovnatelně méně než z matematiky.)

Při úvahách o modernizaci školské fyziky se na druhém místě mluví o modernizaci *metod*, neboť – jak se též uvádí – bez ní není možno očekávat úspěch při začleňování obtížných poznatků moderních fyzikálních teorií do středoškolské fyziky. Otázku metod považují za klíčový problém školské fyziky. Kdyby se nám podařilo odstranit hlavní příčiny dnešních neúspěchů ve vyučování fyzice, které záleží v nevhodných metodách, pak by se dalo objektivně zkoumat, co se skutečně dá dělat s moderními oddíly fyziky na středních školách. Odtud plynou závažné důsledky i pro vysokoškolskou přípravu učitelů fyziky*) a ovšem i pro ovlivňování dosavadní praxe ve středoškolské fyzice.

Třetí stránka modernizačních snah se týká *materiálních prostředků*, od jednoduchých názornin, přístrojů, souprav, obrazů, schémat a filmů až k vyučovacím strojům atp. V této oblasti se nezdá se setkáváme se zcela povrchním přístupem k funkci pomůcky v procesu vyučování a učení. Tak jako problém metod se často zúžuje na otázku demonstrační nebo využívání jiných názorných prostředků ve vyučování fyzice, podobně problém názorných prostředků se zpravidla převádí jen na stránku technické funkce přístrojů, popř. jiných názorných prostředků. „Modernost“ učební pomůcky se často hodnotí podle toho, do jaké míry je založena na tzv. moderní technice. A tak se přímé pozorování fyzikálních jevů přístupným smyslem nahrazuje (jako „zastaralé“!) složitou transformací, jejímž výsledkem je vychylování ruček elektrických měřidel nebo světelného bodu na obrazovce osciloskopu, tedy ději, jejichž podstatě, a tím méně podstatě uvedené transformace většina žáků nerozumí. Také zde jediným kritériem vhodnosti, a tedy také modernosti učební pomůcky musí být její didaktická účinnost. Uvedené nevhodné transformace jsou pouze více méně efektními show, která nesplňují hlavní úkol demonstračního experimentu ve vyučování fyzice, tj. usnadňovat nebo vůbec umožňovat pochopení fyzikálního jevu a jeho zákonitostí.

Proto dobrá názorná pomůcka může vzniknout jen ze znalosti funkce experimentu ve školské fyzice. Autorovi by tedy měly být především známy základní zákonitosti a předpoklady vyučovacího procesu ve školské fyzice. Přístroje, které jsou konstruovány jen z hlediska inženýrsko-technických stránek, mohou sice být konstruovány na úrovni soudobé techniky, ale po didaktické stránce mohou být a zpravidla také jsou takřka bezcenné, protože u nich nebývají respektovány základní didaktické požadavky.

*) V soulase s těmito zásadami byla zahájena experimentální reforma studia učitelů fyziky na matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze ([2]).

2. PERSPEKTIVY

Jak už bylo řečeno, nejtěživějším problémem současné školské fyziky je *malá efektivita*. Tato skutečnost je všeobecně známá a je též doložena řadou průzkumů, které již konali různí pracovníci a o nichž referují v časopiseckých pojednáních ([3]– [7] atd.). Citovaná pojednání se týkají průzkumů u absolventů středních škol, kteří se hlásili, popř. byli přijati na studia fyzikálních oborů na vysokých školách. Tito absolventi tedy patří k nejlépe hodnoceným žákům ve fyzice na středních školách. Proto nepříznivé výsledky průzkumu svědčí o tom, že situace u ostatních (průměrných) žáků je neudržitelně nepříznivá. Uvedené průzkumy svědčí téměř vždy o tom, že žáci sice znají učivo po stránce formální (znalost vztahů apod.), ale chybí jim uvědomělé pochopení toho, čemu se naučili.

Aby bylo možno navrhnout účinné způsoby nápravy, je nutno znát příčiny tohoto nedostatku. Již bylo řečeno, že jednou příčinou jsou nevhodné metody, nevhodný způsob, jakým žáci ve školské fyzice nabývají nových poznatků. Až do nedávna se všechny učebnice metodiky a metodické příručky zaměřovaly téměř výhradně na činnost učitele. V minulosti u nás vycházely sice návody k demonstračním pokusům, které popisovaly, jak určitý pokus provést technicky, ale stěží kde lze nalézt poznámku, jak ho zařadit do výkladu a jak ho co nejúčinněji metodicky využít. Tím beznadějněji bychom v těchto příručkách hledali hodnocení didaktické účinnosti určitého postupu, ať již při výkladu nebo při jiné formě výuky nějakému tématu.

I když demonstrační či jiný pokus je závažnou složkou vyučování fyzice, není nevhodnost jeho provádění jedinou příčinou oněch neúspěchů školské fyziky. Kdybychom chtěli roztrždit stěžejní stránky úspěšného vyučování fyzice, došli bychom asi k tomuto schématu:

- a) Pochopitelnost učiva (otázka obtížnosti obsahu (témat) a metod výkladu nových poznatků)
- b) Únosnost učiva po kvantitativní stránce (otázka přetíženosti osnov)
- c) Stupeň aktivace žáka (v podstatě jde o kvalitu a připravenost učitele apod.)
- d) Kontrola procesu učení a jeho výsledků u každého žáka (je to opět otázka učitele a metodiky kontroly vědomostí žáků)

Omezíme se zde na rozbor podmínky, uvedené v bodě a), neboť je nejdůležitější pro naše úvahy.

Otázka pochopitelnosti učiva (únosnosti po kvalitativní stránce či jinými slovy vyjádřeno: problém obtížnosti obsahu učiva fyziky a způsobu jeho výkladu) nebyla dosud objektivně zkoumána. Hlavní důvod je v tom, že takový průzkum je nesmírně obtížný, neboť není u téhož vzorku žáků reprodukovatelný, a to ani s obměněnými podmínkami pokusu. (Např. ve třídě, v níž byl proveden určitý pokus, tj. experimentální výuka některému tématu, není možno tentýž pokus opakovat.) Proto je nutno pokus provádět s velikou populací žáků, např. v mnoha třídách na různých školách. Pak je ale prakticky nemožné dodržet stejné podmínky pokusu (rovnocenní vyučující

apod.). Kromě toho v tom případě je zpracování výzkumného materiálu technicky a časově nesmírně pracné.

Z těchto důvodů se v minulosti práce na tematickém obsahu školské fyziky (tvorba osnov a učebnic aj.) opíraly o zkušenost, často o intuici, tedy o stanoviska vědecky nepodložená, o názory subjektivní, v nejlepším případě o kolektivně subjektivní, šlo-li o práci týmovou. Přitom se nezřídka na autoritativní požadavky pedagogicky nezkušených odborníků v čisté či aplikované fyzice dá mnohem víc, než by tomu mělo být při kritickém přístupu k úkolu. Ale i pojetí školské fyziky, jak je zřejmé z mnohých učebních textů, svědčí o tom, že se zde výrazně uplatňují jen obsahová, strukturální, často též čistě formálně logická hlediska. Výsledkem jsou pak učební texty, s nimiž se mohou úspěšně vypořádat jen ojedinělí žáci, kteří mají zvláštní schopnosti pro studium matematicko-fyzikálních oborů.

Jaký však má smysl zařazení tématu, není-li u většiny žáků splněn požadavek, že skutečně učivo pochopí? Výchovně vzdělávací význam nemá žádný, ba často negativní: v žácích je vzbuzován pocit méněcennosti, dále nechut či dokonce odpor k předmětu, v němž jsou nuceni se učit učivu (a být z něho zkoušeni), které se vymyká jejich chápacím schopnostem.

Ale – jak jsme již uvedli – žáci musí být na střední škole poučeni o řadě nových poznatků, a nikoliv všechny tyto poznatky splňují podmínku pochopitelnosti. Rozřešit tento rebus by nebylo možné, kdybychom se nevzdali dosavadních zásad a způsobů tvorby osnov, popř. učebnic fyziky. Až dosud se uplatňuje zásada, že všechno učivo obsažené v osnovách je povinné v tom smyslu, že má být nejen učitelem vyloženo, ale i že se mu má žák naučit. Všechna témata jsou tedy rovnocenná a mohou být předmětem zkoušky kteréhokoli žáka. Správnost této zásady je třeba přezkoumat, a to ze stanoviska výchovně vzdělávacích úkolů, které má školská fyzika plnit.

Chceme-li, abychom už obsahem osnov předem nemařili možnost dosáhnout u nezbytného počtu žáků základních výchovně vzdělávacích cílů, je nutné, abychom zahájili na široké frontě sice velmi obtížnou, dlouhodobou, mravenčí, ale naléhavou činnost, totiž objektivně zkoumat, do jaké míry (co do počtu žáků i co do hloubky, tj. věcné obtížnosti poznatků a pojetí výkladu) je splněna podmínka potencionální pochopitelnosti u všech témat, která zahrnujeme do osnov jako základní, povinné učivo. I když takový průzkum bude mít všechny nevýhody neúnikové činnosti, která se nedělá od zeleného stolu nebo u zeleného stolu, bude to nesmírně záslužná činnost, neboť při ní současně zjistíme, do jaké míry má vinu na současném stavu nynější, didakticky málo účinný způsob výuky fyziky. Průzkum se totiž musí provádět při použití metod výkladu a učení, které považujeme za nejúčinnější a nejspolehlivější.

Na závěr se vnucuje otázka, zda snad nehrozí nebezpečí, že dosahování cílů středoškolské fyziky by bylo možno zajistit jen za cenu snížení její úrovně. Podle našeho přesvědčení toto nebezpečí nehrozí. Naopak, pokud jde o možnosti středoškolské fyziky, hlavní nedostatky odstranit lze a je možné např. u většiny žáků aspoň na přírodovědné větvi dosáhnout onoho ideálního stupně vyučovacích výsledků, které

se charakterizuje jako uvědomělé osvojení učiva. Tohoto cíle je však možno dosáhnout jen za těchto podmínek:

Budeme klást *reálné cíle* podložené objektivním výzkumem, tj.

a) podstatně zredukujeme množství učiva;

b) jako povinné zařadíme do středoškolské fyziky jen to učivo, které je žákům potencionálně pochopitelné. Radikálně změníme nynější pasivní *formy* výuky na *aktivní*. (Přitom nejde jen o laboratorní práce, aktivace žáků musí prolínat celé vyučování fyzice.)

Skutečnost, že se rezoluce [9] konference, kterou uspořádala JČMF na podzim r. 1971 v Luhačovicích o novém pojetí vyučování fyzice, nezmiňuje ani o jedné z myšlenek obsažených v tomto článku a v zásadě autorem na konferenci přednesených, svědčí o tom, že je u nás sklon přezírat tyto svrchovaně závažné otázky.

Literatura

- [1] KAŠPAR, E. *Zur Frage der Modernisierung der Mittelschulphysik*. Physik in der Schule II. 1964. S. 49
- [2] KAŠPAR, E. *Reforma učitelského studia fyziky na matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze*. PMFA 15, 1970. S. 167
- [3] FRANC, L.-BEDNAŘÍK, M. *Přijímací zkoušky z fyziky na přírodovědecké fakultě PU v Olomouci*. FvŠ V. 1966/67. S. 316
- [4] DIBELKA, J. *Přijímací zkoušky na vysokých školách*. FvŠ VII. 1967/68. S. 234
- [5] UNGERMANN, Z. *Zajímavé srovnání*. FvŠ VII. 1968/69. S. 189
- [6] BEDNAŘÍK, M.-ŠIROKÁ, M. *Výsledek průzkumu vědomostí z fyziky u skupiny absolventů střední školy*. FvŠ VIII. 1969/70. S. 90
- [7] KAŠPAR, E.-KLABANOVÁ, O.-SVOBODA, E. *Jak absolventi středních škol znají fyziku*. MFvŠ II. 1971/72. S. 361
- [8] KAŠPAR, E. *Kapitoly z didaktiky fyziky I—II*. SPN Praha. 1960—1963
- [9] FUKA, J. *Konference k novému pojetí vyučování fyzice na gymnasiích*. MFvŠ II. 1971/72. S. 316

(FvŠ — Fyzika ve škole; MFvŠ — Matematika a fyzika ve škole; PMFA — Pokroky matematiky fyziky a astronomie)