

## 60 let modernizačních snah ve výuce fyziky

OLDŘICH LEPIL

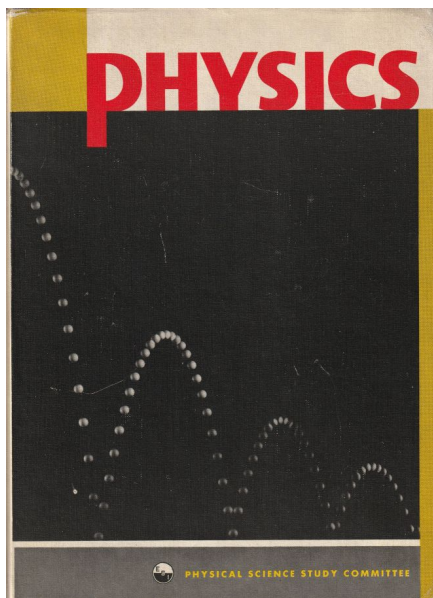
Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Pro středoškolské fyzikální vzdělávání od 60. let 20. století byly charakteristické výrazné modernizační tendence, které se dotýkaly jak koncepce didaktického systému učebního předmětu, tak obsahu, metod i prostředků výuky. Zásadním podnětem pro vznik modernizačního hnutí byly úspěchy v oblasti letů do vesmíru a nástup polovodičových technologií a tím podmíněné elektronizace, která postupně zasáhla všechny oblasti společnosti. Tyto pokroky v oblasti vědy a technologií také ukázaly, že škola dostatečně nepřipravuje absolventy, aby mohli co nejlépe zvládat nově kladené požadavky. K tomu přistupuje i jistá nechuť mladé generace studovat poměrně náročné a abstraktní poznatky spojené např. s poznáváním smyslům nedostupného mikrosvěta. V USA se to již v 50. letech projevilo např. tím, že jen cca 25 % žáků si na střední škole volilo jako učební předmět fyziku.

Tato situace vedla k potřebě zásadních přeměn kurikula fyziky, výběru učiva, jeho didaktického zpracování a posílení metod výuky zaměřených zejména na experimentální činnosti žáků. Výsledkem těchto snah je vznik několika velkých, komplexně propracovaných modernizačních projektů fyziky, které byly následně inspirací modernizačních snah v mnoha zemích. K nejznámějším projektům té doby patřil zejména projekt označovaný zkráceně PSSC (*Physical Science Study Committee*). Tento mimořádně rozsáhlý projekt vytvořil tým pracovníků ze všech typů škol a jeho základ tvořila netradičně koncipovaná učebnice [1] (obr. 1). Její obsah tvořily čtyři tematické celky (*Vesmír, Optika a vlny, Mechanika, Elektřina a stavba atomu*), kterými autoři opustili ustálenou posloupnost učiva od

mechaniky po atomistiku. Projekt zahrnoval také metodickou příručku pro učitele, soubor laboratorních cvičení včetně potřebných pomůcek, doplňující textové materiály, zkušební testy a výukové filmy.

Východiskem pojetí učiva v učebnici projektu PSSC byla kritika tradičního přístupu k výuce fyziky s přetrvávajícím důrazem na její historické pojetí. Tradiční výuka se opírá především o klasickou newtonovskou mechaniku, která dostatečně nepřispívá k pochopení současných technologií. Ukazuje se, že výuku fyziky je třeba založit spíše na porozumění obecnějším principům, jako jsou třeba zákony zachování, než na množství matematicky vyjádřených vztahů, určených hlavně k zapamatování. Tomuto pojetí odpovídají i laboratorní práce, zaměřené ve větší míře na objevování, než na jednoduché ověřování jednotlivých poznatků v učivu.



Obr. 1

## Modernizační hnutí a JČMF

Celosvětové modernizační hnutí našlo odraz i u nás právě na základě podnětů obsažených v projektu PSSC a v některých dalších zahraničních projektech tzv. druhé generace (např. HPP – *Harvard Project Physics*)

z roku 1975 nebo anglický projekt NAS – *Nuffield Advanced Science z roku 1966*) [2]. Klíčovým okamžikem vzniku modernizačních aktivit byla iniciativa Jednoty českých matematiků a fyziků (JČMF), na jejímž základě byly svolány dvě pracovní konference zaměřené na modernizaci výuky fyziky. První se konala ve dnech 2. až 4. prosince 1963 v Olomouci a druhá ve dnech 28. až 29. dubna 1964 v Liblicích u Mělníka [3]. Hlavní referát na první konferenci přednesl místopředseda JČMF *prof. M. Valouch* na téma *Snahy o modernizaci vyučování fyzice v zahraničí*, v němž podal detailní informaci o projektu PSSC a uvedl i další projekty, které jsou významnými příspěvky k modernizačním snahám v Evropě [4]. Na konferenci se také ukázalo, že je nezbytně nutné řešit otázky modernizace vyučování fyzice v těsné spolupráci s matematiky, s odborníky výzkumných ústavů, s pedagogy a psychology.

V začátcích měly modernizační snahy významnou podporu v tom, že tehdejší ministr školství *dr. F. Kahuda* byl v letech 1956–1969 rovněž předsedou JČMF. Pro Jednotu zajistil potřebné finanční dotace na modernizaci a v Brně vzniklo tiskové středisko, kde se tiskly experimentální učební texty. Konkrétním krokem bylo také vytvoření tří experimentálních základních škol, které v roce 1963 zřídilo ministerstvo školství na doporučení JČMF v Praze, Brně a v Bratislavě [5]. Na nové koncepci výuky fyziky začaly pracovat také modernizační kroužky JČMF vedené v Praze *prof. E. Kašparem*, v Olomouci *prof. J. Fukou* a v Bratislavě *prof. J. Vanovičem*. Brzy se však ukázalo, že tak náročný úkol, v němž byla zahrnuta i tvorba učebních textů pro experimentální školy, je nad síly dobrovolného sdružení a výzkum v experimentálních školách převzal Výzkumný ústav pedagogický (VÚP).

Dílní práce však pokračovaly i v Jednotě a do roku 1967 se uskutečnilo k problematice modernizace šest pracovních konferencí, na nichž se dále rozpracovávaly výsledky práce modernizačních kroužků. Ve spolupráci s pracovníky VÚP a dalšími odborníky se posuzovaly učební plány, osnovy a učebnice, avšak hlavní úsilí bylo soustředěno na přípravu nového pojetí vyučování fyzice. Úkolem těchto pracovních konferencí bylo důkladně prodiskutovat koncepci výuky fyziky na ZDŠ, tak jak ji pod vedením *dr. M. Chytilové* navrhl VÚP v Praze, a nastítnit postup modernizace výuky fyziky na střední všeobecně vzdělávací škole (SVVŠ).

Předmětem diskuse na pracovních konferencích byly dva návrhy didaktického systému učiva na SVVŠ. Návrh pražského modernizačního kroužku zpracoval *prof. M. Valouch* a znamenal zásadní změnu dosavadního pojetí

učiva na SVVŠ. Návrh sledoval postupně rostoucí složitost a obtížnost základních představ, pojmů a fyzikálních i matematických vztahů, které jsou potřebné k hlubšímu, příčinnému výkladu probíraných jevů. Zejména šlo o mikrostrukturální pohled na stavbu látek v souvislosti s jejich vlastnostmi od jednoduchého modelu atomu jako diskrétní částice, přes složitější modely atomů a jejich chování v podmínkách jednotlivých skupenství, až k modelům atomových jader a elementárních částic látky. Třebaže učivo v návrhu nebylo po obsahové stránce detailněji rozpracováno, bylo zřejmé, že se bude podstatně lišit od dosavadního pojetí učiva středoškolské fyziky a bude náročné na rozumové schopnosti žáků.

Návrh olomouckého modernizačního kroužku, který zpracoval autor tohoto příspěvku, si nekladal tak náročné cíle, pokud jde o modernizaci obsahu a pojetí učiva. Jeho obsah byl však podrobněji propracován. Požadavkem bylo, aby se současná struktura fyziky na SVVŠ modernizovala především v těchto směrech:

- Zařazením některých nových poznatků fyziky 20. století a změnou pojetí určitých tradičních témat.
- Změnou uspořádání a posloupnosti učiva tak, aby lépe vynikly vnitřní a obecné souvislosti mezi jednotlivými fyzikálními jevy a zvýšila se produktivita výkladu.
- Přehodnocením technických aplikací a poznatků v učivu z hlediska jejich významu pro současnou praxi, perspektivu dalšího studia žáků a pro všeobecné vzdělání.

Nové pojetí bylo konkretizováno návrhem modelu uspořádání poznatků fyziky do tří ročníků SVVŠ:

1. *ročník*: Poznátky o tělesech z hlediska jejich pohybu, vlastností a fyzikálního stavu.
2. *ročník*: Děje ve stacionárních silových polích a poznátky z astronomie.
3. *ročník*: Děje s nestacionárním průběhem ve všech oblastech fyziky.

Některé náměty tohoto pojetí osnov pak byly zapracovány do návrhů, které vzešly z následujících výzkumných projektů. V definitivní podobě byly uplatněny v osnovách fyziky na gymnáziu a v učebnicích vytvořených v 80. letech 20. století.

## Rezortní výzkumné úkoly

Na činnosti modernizačních kroužků se podíleli především pracovníci fakult připravujících učitele fyziky, ale jejich práce navazovaly na rezortní výzkumné úlohy ministerstva školství, které řešila příslušná pracoviště VÚP v Praze a Bratislavě. Tak tomu bylo především v případě výzkumného úkolu „Pojetí vyučování fyzice na II. stupni základní školy“, který vedla dr. M. Chytilová a později také *doc. R. Kolářová*. Vedle návrhu nové koncepce výuky zahrnoval projekt také pokusné vyučování fyziky a volitelného předmětu praktikum z fyziky na experimentálních školách, tvorbu pokusných učebních textů a metodických příruček pro učitele. Zcela novým úkolem řešitelů projektu byla skutečnost, že na rozdíl od historického pojetí, kdy se na nižším gymnáziu fyzika vyučovala ve 3. a 4. ročníku, se výuka fyziky posunula na základní škole již do 6. ročníku. Z hlediska věku žáků to odpovídalo posunu o dva ročníky, což odpovídá věku žáků v 1. ročníku tradičního osmiletého gymnázia.

Výsledkem byl nový didaktický systém učiva fyziky, opírající se o integrující pojmy: *částicová a elektrická stavba látek, silové pole, fyzikální veličiny a energie*. Z hlediska struktury didaktického systému šlo o propedeutickou část učiva v 6. ročníku a systematickou část v 7. a 8. ročníku. Po prodloužení školní docházky na ZŠ bylo připojeno i učivo 9. ročníku. Vznikl tak ucelený, komplexně zpracovaný projekt, který do té doby u nás neměl obdobu. V učitelské veřejnosti se tato koncepce vžila natolik, že zařazení některých, v době vzniku projektu diskutabilních témat se ve struktuře učiva zcela ustálilo a jsou tak řazena dosud (např. zařazení části optiky hned za mechaniku v 7. ročníku).

Obdobně byl v rámci rezortního výzkumného úkolu VÚP v Praze řešen úkol „Nové pojetí vyučování fyzice na čtyřleté všeobecně vzdělávací škole“ (1971–1975). Za řešení úkolu odpovídal pracovník VÚP *dr. J. Maršák*, a podílela se na něm především skupina didaktiků fyziky z PřF UP v Olomouci a MFF UK v Praze. I když se nepodařilo vytvořit tak ucelený projekt, jaký vznikl v rámci projektu pro základní školu, bylo vypracováno několik návrhů inovací vybraných témat středoškolské fyziky. Této problematice byla věnována pracovní konference o novém pojetí vyučování fyzice na gymnáziu (Luháčovice, 20. až 22. září 1971) [6]. Zásadní referát k tématu konference přednesl prof. E. Kašpar [6] a k dílčím otázkám nového pojetí učiva se vyjádřili další řešitelé rezortního úkolu (viz [7]).

První příležitostí k uplatnění navržených inovací učiva v praxi byla tvorba tzv. Doplňků k učivu fyziky, které vznikly počátkem 70. let v ná-

vaznosti na přeměnu tříleté SVVŠ na čtyřleté gymnázium. To se týká především Doplňků pro III. a IV. ročník gymnázia ([8, 9], obr. 2). Zde byly nově zpracovány poznatky o polovodičích, učivo bylo rozšířeno o polovodičové součástky s přechodem PN (polovodičová dioda a tranzistor). Nová metodika byla použita při výkladu učiva o elektromagnetickém kmitání a vlnění, poprvé bylo na středoškolské úrovni zpracováno učivo o speciální teorii relativity a inovovány byly poznatky fyziky mikrosvěta.



Obr. 2

Modernizační aktivity pak pokračovaly i v navazujícím projektu „Pojetí výchovy a vzdělávání na gymnáziu“ (1976–1980), který koordinoval VÚP v Bratislavě. Pro realizaci dílčích výsledků modernizačních snah byla příznivá situace daná politickým dokumentem z roku 1976, nazvaným *Další rozvoj československé výchovně vzdělávací soustavy*. Na jeho základě došlo ke zvětšení rozsahu učebního plánu výuky fyziky na gymnáziu na celkových 13 hodin výuky ve čtyřletém gymnáziu, s možností využít jednu hodinu týdně pro praktická a teoretická cvičení v dělené třídě. Celková koncepce nového pojetí výuky fyziky byla projednána na celostátní konferenci, která se uskutečnila ve dnech 12.–14. listopadu 1981 ve Vyškově [10]. Zde byl diskutován návrh nových osnov fyziky na gymnáziu, které zahrnovaly i výsledky modernizačních snah. V definitivní podobě vstoupily nové osnovy fyziky v platnost v roce 1983 a na jejich základě byl v letech 1984–1991 vytvořen rozsáhlý soubor 16 původních učebních textů pro povinnou, nepovinnou a volitelnou výuku fyziky (obr. 3; podrobněji viz [11]).



Obr. 3

## Kabinet pro modernizaci vyučování fyzice

Významným krokem v modernizačních aktivitách bylo zřízení *Kabinetu pro modernizaci vyučování matematice a fyzice JČMF*, který zahájil svoji činnost v lednu 1966. Kabinet byl koncipován jako vědecko-výzkumné pracoviště pro základní výzkum v problematice modernizace vyučování. Jeho vedoucím pracovníkem se stal prof. M. Valouch a vědeckou radu tvořila řada osobností matematiky, fyziky, pedagogiky a psychologie z ústavů ČSAV a českých i slovenských vysokých škol [12]. V roce 1969 došlo k rozdělení kabinetu na *Kabinet pro modernizaci vyučování matematice*, který byl připojen k Matematickému ústavu ČSAV, a *Kabinet pro modernizaci vyučování fyzice* (KMVF), který se stal součástí Ústavu fyziky pevných látek ČSAV.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Později se KMVF jako Kabinet pro výzkum vzdělávání ve fyzice stal pracovištěm Fyzikálního ústavu ČSAV.

Vědeckému zaměření KMVF odpovídalo zapojení do státního výzkumu organizovaného ČSAV a řešené výzkumné úkoly se týkaly obecnějších otázek vědecké práce v didaktice fyziky a vývojových tendencí ve vzdělávání. Z hlediska modernizace fyzikálního vzdělávání měl největší význam úkol *Model perspektivního pojetí výuky fyziky*, řešený v letech 1976–1980. Jednou z hlavních osobností KMVF jako řešitelského pracoviště, jehož vedení po prof. M. Valouchovi převzal *prof. J. Vachek*, byla *prof. J. Fenclová*, která koordinovala výzkumné práce 28 pracovníků z dalších pracovišť, převážně z vysokých škol připravujících učitele fyziky (podrobněji viz [13]). Cílem výzkumu bylo připravit pro perspektivní projekt výuky fyziky řadu zjištění podložených jak teoretickými analýzami, tak didaktickými experimenty ve školách. V rámci projektu se konaly pravidelné semináře organizované KMVF většinou ve školícím zařízení ve Štiříně u Prahy, kterého se zúčastňovali i didaktici jiných oborových didaktik. Hlavní výsledky toho výzkumného úkolu jsou shrnuty v kolektivní publikaci [14].

Dalším výsledkem tohoto pracoviště je teoreticko-analytická studie, jejímž cílem bylo zpracovat podkladový materiál v podobě návrhu integrovaného matematicko-přírodovědného vzdělání (podrobněji viz [15]). Na tomto úkolu se podílel především *doc. L. Pekárek*, který se spolupracovníky zpracoval koncept netradičně pojaté výuky fyziky, založené na budování fyzikálních poznatků od elementárních částic mikrosvěta, až po poznatky o vesmíru. Ukázkou tohoto pojetí může být časopisecká publikace [16], avšak k celkové realizaci tohoto netradičního projektu již nedošlo.

## Závěr

Vývoj po roce 1990 charakterizuje liberalizace vzdělávacích cest, kdy jsou východiskem tvorby jednotlivých školních vzdělávacích programů (ŠVP) nepříliš konkrétní rámcové vzdělávací programy (RVP). Jen obtížně bychom v RVP hledali nějakou reflexi modernizačního hnutí, když např. poznatky o polovodičích začínají a končí polovodičovou diodou, základy speciální teorie relativity přestaly být středoškolským učivem a integrační tendence charakteristické pro moderní přístup ke struktuře didaktického systému učiva jsou zapomenuty. Pro učitele jsou tak relevantním materiálem pro tvorbu ŠVP především učebnice fyziky. Jejich autoři se však přizpůsobili požadavkům stávajících RVP a výuka se tak vrátila k uspořádání učiva, jaké se u nás formovalo v 30. letech 20. století (viz [17]).

V příspěvku jsme se zabývali v podstatě jen modernizační struktury a obsahu didaktického systému výuky fyziky, s větším důrazem na střední



všeobecně vzdělávací školu. Je samozřejmé, že k modernizaci docházelo a stále dochází zejména v oblasti prostředků výuky, především v souvislosti s didaktickým využitím IT v nejrůznějších podobách. Nejde např. jen o uplatnění počítačových systémů pro podporu školního experimentu a laboratorních měření. Nové technické prostředky zasahují stále více do oblasti prezentace učiva v podobě elektronických učebních materiálů. Ve stručném výčtu to mohou být např.:

- Elektronické doplňky učebnic
- Elektronické učebnice
- Učební materiály s hypertextovou strukturou
- Audiovizuální učební materiály
- Výukové audiovizuální programy
- Animace a simulace
- Multimediální učebnice
- Aplikace pro mobil

Aktuálním úkolem se tak stává modernizace a nové pojetí praktické vyučovací činnosti učitele. Řešení této problematiky probíhá spontánně, obrazně řečeno „za pochodu“ a měli bychom mu věnovat náležitou pozornost, ať už se jedná o kvalitu nepřeborného množství elektronických materiálů dostupných na webu, tak způsobu, jakým jsou tyto zdroje v praxi využívány.

## Literatura

- [1] Physics. Physical Science Study Committee. D. C. Heath & Comp., Boston 1960.
- [2] *Vachek, J., Fenclová, J.*: Modernizace výuky v ČSSR. Československý časopis pro fyziku, roč. 30 (1980), č. 2, s. 148.
- [3] *Fuka, J.*: Konference o modernizaci vyučování fyzice. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 9 (1964), č. 6, s. 352. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/139557>.
- [4] *Valouch, M. A.*: Snahy o modernizaci vyučování fyzice v zahraničí. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 9 (1964), č. 2, s. 99. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/137659>.

- [5] *Jelínek, M.*: K 125. výročí JČSMF. Jednota před 30 lety a František Kahuda. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 32 (1987), č. 6, s. 322. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/139476>.
- [6] *Kašpar, E.*: Modernizace školské fyziky – iluze a skutečnost. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 17 (1972), č. 4, s. 207. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/138958>.
- [7] *Lepíl, O.*: Konference o novém pojetí vyučování fyzice na gymnasiu. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 17 (1972), č. 2, s. 113. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/138518>.
- [8] *Lepíl, O., Chytilová, M.*: Doplněk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia. SPN, Praha, 1973.
- [9] *Fuka, J.*: Doplněk k učivu fyziky pro IV. ročník gymnasia. SPN, Praha, 1974.
- [10] *Lepíl, O.*: K novému pojetí vyučování fyzice na gymnáziu. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 27 (1982), č. 3, s. 178. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/139698>.
- [11] *Lepíl, O.*: K vývoji fyzikálního vzdělávání na gymnáziu (1933–1983). Matematika–fyzika–informatika, roč. 32 (2023), č. 2, s. 117. Dostupné na: <https://mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/725>.
- [12] Zahájení činnosti Kabinetu pro modernizaci vyučování matematice a fyzice JČMF. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 11 (1966), č. 2, s. 111. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/139054>
- [13] *Fenclová, J., Vachek, J.*: Rozvoj modernizace všeobecného vzdělání ve fyzice. Pedagogika, roč. 1979, č. 1, s. 37. Dostupné na: [https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment\\_id=6199&edmc=6199](https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=6199&edmc=6199).
- [14] *Fenclová, J. a kol.*: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. Academia, Praha 1984.
- [15] *Vachek, J.; Kluíber, Z., Pekárek, L.*: K vytváření perspektivní koncepce fyzikálního vzdělání na středních školách. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 31 (1986), č. 5, s. 281. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/138969>.
- [16] *Rojko, M., Pekárek, L.*: Pokus o novou koncepci vyučování fyzice na střední škole. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, roč. 33 (1988), č. 1, s. 37. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/139600>.
- [17] *Lepíl, O.*: K vývoji učebnic fyziky pro střední školu gymnaziálního typu. Matematika–fyzika–informatika, roč. 22, č. 4, s. P16. Dostupné na: <https://mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/78>.