

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Grzegorz Bialkowski

Cíle vyučování fyzice ve škole

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 25 (1980), No. 5, 275--282

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139795>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1980

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

Cíle vyučování fyziky ve škole

Grzegorz Bialkowski, Varšava)*

Obsah vyučování fyziky, ať jej vytvoříme jakkoliv, nebude nikdy ideální, nejlepší ze všech možných. Kromě toho neustále se měnící společenské podmínky, pokrok pedagogických věd a rozvoj materiální základny školství nám ukládají povinnost obsah – a obecněji systém – vyučování fyziky zdokonalovat. Domnívám se, že na této cestě je potřeba čas od času formulovat obecné směrnice v podobě cílů výuky fyziky a určovat jejich hierarchii. Nebudou to samozřejmě jediné činitele utvářející systém výuky. Ovlivňují jej ještě tak závažné faktory, jako je výkonnost žáka, která zčásti závisí i na jeho celkovém zatížení školní výukou, intelektuální rozvoj žáka i materiální podmínky školství, které se odrážejí v množství a kvalitě učitelských kádrů, ve vybavení odborných učeben pomůckami, v počtu žáků ve třídách atd. Domnívám se však, že cíle vyučování jsou jedním ze základních usměrňujících činitelů působících při výstavbě systému výuky fyziky.

*) Z článku v časopise *Fizyka w Szkole*, 23 (1977), č. 4, s. 152–162 přeložila a upravila PAVLA ZIELENIECOVÁ

Autor, teoretický fyzik zabývající se zvláště problematikou elementárních částic, je profesorem na Varšavské univerzitě. V současné době vede autorský kolektiv zabývající se vypracováním učebnic fyziky pro desetiletou všeobecně vzdělávací školu v Polsku. Koncepce učebnic je výrazně ovlivněna názory uvedenými v tomto článku. (Pozn. překl.)

Značná část těchto didaktických cílů je charakteristická nejen pro fyziku; realizují se totiž buď ve všech vyučovacích předmětech, nebo přinejmenším v předmětech přírodovědných. To nás však nezabavuje povinnosti promýšlet je v souvislosti s obsahem výuky fyziky a zajistit jim odpovídající místo.

Cíle vyučování fyziky můžeme rozdělit do pěti skupin, které se částečně překrývají. Lze je stručně označit názvy: poznávací cíle, technické cíle, cíle integračně světonázorové, metodologické cíle a cíle všeobecně společenské. Význam těchto názvů se vyjasní, přejdeme-li k jejich konkretizaci.

Do první skupiny, tj. mezi poznávací cíle, bych zařadil tyto prvky:

1. Porozumění jevům, které probíhají v okolním světě. Myslím tím schopnost správně jevy interpretovat a rozumět funkci zařízení, se kterými se žák setkává ve svém okolí. Sem patří astronomické jevy, nebo alespoň jevy, které mají astronomický rozměr, jako je změna ročních období, střídání dne a noci, fáze Měsíce, zatmění. Budou tu také jevy klimatologické, meteorologické a hydrologické. Bylo by potřeba jmenovat na tomto místě ještě mnoho dalších jevů, např. změny skupenství, pružnost, všeobecnou gravitaci, tření, setrvačné síly, kmitání a vlnění – se zvláštním zřetelem k šíření zvuku a světla (v návaznosti na fyziologii zrakového a sluchového orgánu), tepelné motory, fyzikální základy činnosti rozhlasových a televizních přijímačů, základní poznatky o radioaktivitě a jaderném záření, raketový pohon atd. Nesestavuji podrobné učební osnovy a omezím se proto jen na tyto příklady.

Je potřeba zodpovědět ještě otázku, v čem má porozumění těmto jevům spočívat. Je známo, že porozumění má mnoho úrovní; nejen ve vyučování, ale i v procesu

rozvoje samé vědy se nikdy nedosáhne jeho definitivního stavu. Zde mám na mysli porozumění, které je postačující pro zapojení uvedených jevů do třeba zjednodušeného, ale racionalizovaného obrazu přírody. Například porozumění jevu tání vyžaduje na určité úrovni zavést molekulárně atomové pojetí struktury hmoty, nepředpokládá však znalost stavby atomu a už vůbec ne znalosti na kvantové úrovni.

2. *Porozumění základním zákonům, jimiž se řídí realita.* V tomto bodě se dostáváme k nejhlubší etapě pochopení fyzikálních jevů, která je nyní dostupná na školské úrovni (mj. na úrovni školské matematiky). Sem patří jak prvky speciální teorie relativity (konstantní rychlost světla, dilatace času), tak prvky kvantové mechaniky (objasnění povahy atomových a molekulárních spekter, statistická povaha kvantových zákonů, princip neurčitosti, periodická soustava prvků); dále sem patří zpřístupnění poznatků o základních stavebních složkách hmoty – elementárních částicích – a seznámení žáka se základními kosmologickými koncepcemi. Upozorňuji, že tímto nechci postulovat zavádění těch či oněch zákonů do výuky na školské úrovni, ale jen ukazují, co by se do ní mohlo zařadit. Ostatně jsem se v uvedeném seznamu omezil jen na příklady.

3. *Probuzení zájmu žáků o přírodu.* Je to cíl, který mluví sám za sebe a nevyžaduje další komentář. Řekl bych, že obracet pozornost na jevy probíhající ve světě a utvářet návyk dávat si otázky a odpovídat na ně, třeba s rizikem omylů, je podle mého přesvědčení jeden z nejzákladnějších činitelů ve vzdělávání mládeže.

Přejdu nyní ke druhé skupině cílů, které jsem krátce označil jako technické. Rozumí se, že tu nejde o techniku jako takovou, protože osvojení prvků technického myš-

lení musí být základním cílem jiného vyučovacího předmětu. Zde mám na mysli ukázání vztahu mezi fyzikou a technickými vědami. Uvedu dále jako příklad tyto prvky:

4. *Pochopení úlohy fyziky jako vědeckého základu techniky.* Tento základ tvoří samozřejmě nejen fyzika; bylo by přece možné do něj zahrnout přinejmenším ještě chemii. Je však zřejmé, že rozvoj fyziky podmiňuje technický pokrok stále více. Domnívám se, že ukázání tohoto vztahu je velmi důležitým prvkem, který dává fyzice odpovídající společensko-ekonomický rozměr. Je potřeba si přitom povšimnout nejen toho, že fyzikální zákony nacházejí své praktické uplatnění, ale že fyzika inspiruje rozvoj techniky i svými požadavky na přístroje, které zpravidla směřují k mezím technických možností dané doby.

5. *Schopnost využít fyzikální zákony ke konstrukci jednoduchých technických zařízení.* Dostáváme se tu o krok dále než v předchozím bodě, protože se pokoušíme využít fyzikální zákony v praxi. Neočekáváme samozřejmě, že žáci budou vynalézat nějaká zcela originální zařízení, která by bylo možné patentovat. Budoucí technik nebo inženýr by však měl na příkladu vlastní praxe přivykat myšlence, že je lépe se poučit z fyziky než kupovat licence v zahraničí. Není ostatně vyloučeno, že se tím odborná učebna fyziky obohatí novými zajímavými přístroji, které budou sloužit k ilustraci a zkoumání určitých jevů.

Přejdu nyní ke skupině cílů, které jsem označil jako integračně svetonázorové. Realizace těchto cílů vyžaduje obzvláštní koordinaci a přesnou synchronizaci mnoha vyučovacích předmětů. Může se samozřejmě položit otázka, zda je fyzika vhodným základem takové integrace a zda by tuto úlohu neměl plnit nějaký zvláště k to-

mu účelu vytvořený předmět. Názory na tento problém mohou být rozdílné. Avšak i kdyby v budoucnosti byl takový předmět do školní výuky zařazen, nezbavilo by to fyziku jejich závažných povinností, které vidím v dalších cílech:

6. *Chápání fyziky jako logického celku.* Fyzika patří k těm nečetným vědám, které při vši diferenciaci tvoří souvislý a logický celek. Fyzikální zákony postihují stále větší počet jevů z různých oblastí (včetně jevů probíhajících v živých organismech), což má za následek vznik nových odvětví fyziky a její stále větší diferenciaci; současně však probíhá jiný proces, který směřuje k vytvoření jednotné pojmové základny pro všechny uvažované jevy. Tato tendence k zobecňování a sjednocování je fyzice vlastní od počátků její existence. Newtonova teorie všeobecné gravitace byla takovou sjednocující koncepcí pro jevy padání těles k povrchu Země a pro pohyby nebeských těles v astronomickém měřítku. Takové jevy jako elektrolýza, světlo, magnetismus, elektrování těles třením atd., které ještě před dvěma sty a dokonce před sto padesáti lety tvořily vzájemně oddělené skupiny problémů a jejichž vztah tehdy ještě nikdo netušil, jsou od doby Maxwellovy jednotným celkem, pojatým do rámce obecné koncepce elektromagnetických jevů. Takových příkladů by bylo možné najít mnoho.

Je tedy nezbytné vypěstovat v žácích přesvědčení, že vzhledem k logické stavbě fyziky nás zpravidla přemístění nějaké stavební součástky nutí k přestavbě téměř celého odvětví vědy. To je nejen popis faktického stavu, ale i určitý metodologický postulát; i z tohoto hlediska by se měl uvedený problém ve výuce objevit.

Nabízí se otázka, jak dalece je možné tento cíl výuky realizovat ve škole, na úrovni, kde se musíme obejít bez teore-

tické fyziky. Skutečné ukázání vazeb různých částí fyziky je v zásadě možné teprve v rámci jednotného teoretického formalismu. Po fenomenologické stránce mohou totiž jevy být velmi odlišné, a přesto jejich výklad může být společný. V každém případě nebude asi dosažení tohoto cíle možné bez současného dosažení cíle 2. V mnoha případech bude potřeba se uchýlovat k modelovým kvalitativním výkladům a o existenci přesné koncepce daného problému jen informovat.

7. *Chápání úlohy fyziky ve vztahu k jiným vědám.* Na základech postavených při realizaci cíle 6 je možné rozšířit chápání úlohy fyziky ve vztahu k jiným vědám, zvláště přírodním, jako vědy, která má za cíl podat nejhlubší a nejzákladnější zákony ovládající přírodu. Fyzika tím, že se sjednocuje a neklade svému bádání žádná předmětová omezení, vede přímo k vytvoření pojmové základny pro všechny přírodní vědy. Díky ní vytvářejí tyto vědy stále souvislejší celek.

Je potřeba upozornit také na to, že se fyzika na základě svých úspěchů, rychlého rozvoje, přesnosti myšlení, preciznosti pojmů a dalších vlastností stala a stává v mnoha případech metodologickým vzorem pro jiné vědy.

Konečně stojí za to zdůraznit, že všechny kvantitativní výzkumy v ostatních přírodních vědách jsou prováděny pomocí přístrojů, jejichž konstrukce se opírá o fyzikální zákony. Měření, nezávisle na tom, vykonává-li je chemik, biolog nebo geolog, je vždy měřením fyzikálním. V důsledku toho musí být otázky, které přírodě kladou všechny přírodní vědy, formulovány stále více v jazyce fyziky. I tato skutečnost má svoji váhu při hodnocení úlohy fyziky ve vztahu k jiným vědám.

8. *Utváření vědeckého světového názoru.* Jedním z cílů vyučování by mělo být dosa-

žení toho, aby si žáci uvědomili, že výsledky získané v průběhu vědeckého poznávání přírody mají určitou hodnotu světónázorovou. Před fyzikou tu stojí úloha zvláště zodpovědná. Fyzika totiž, vzhledem ke své integrační funkci ve vztahu k výsledkům jiných přírodních věd, stojí nejbližší k filozofii. Není samozřejmě možné žáky přesvědčovat, že světónázorová zobecnění jsou částí fyziky nebo jakékoliv jiné přírodní vědy. Je potřeba ukázat, že tato zobecnění požadují dodatečné úvahy a hypotézy. Současně bychom však měli žáky upozornit, že v těchto úvahách se dále používá vědecké metodologie, a získané závěry jsou proto pravděpodobnější. Je potřeba argumentovat mj. tím, že celý svět přístupný přírodovědným bádáním tvoří jednotu, je postaven ze stejných objektů (na nejnižší úrovni z elementárních částic, na vyšší z atomů a molekul, na ještě vyšší z buněk), že se řídí stejnými zákony, že změny probíhající v jedné jeho částech vyvolávají určité změny někde jinde a někdy jindy, že se rozvíjejí cestou evoluce na různých úrovních organizace hmoty atd.

Je také potřeba žáky upozornit na historickou proměnlivost vědeckých zákonů, na jejich nedogmaticnost a otevřenost novým idejím, pokud tyto ideje jsou z hlediska poznávání užitečné. V žádném případě však nesmíme dopustit, aby si žák utvořil primitivní názor, že „věda tvrdí dnes to a zítra něco jiného“; je potřeba zdůraznit, že vědecké zákony z předchozí etapy jsou vstřebávány do vědeckých zákonů na pokročilejší etapě a tvoří zvláštní případy těchto obecnějších zákonů.

Mezi prvky, které utvářejí světový názor, je potřeba také zahrnout metodologické principy přírodních věd a fyziky obzvláště. Mám zde na mysli utváření návyku hledat racionální výklad přírodních

jevů, chápat tento výklad v kategoriích kauzality, opírat se o výsledky měření, tj. o spojení pokusu s aktivním využitím matematiky, začínat výklad od nejjednodušších hypotéz.

V této chvíli jsem už vlastně přešel ke čtvrté skupině cílů vyučování fyzice, které byly označeny jako cíle metodologické. Tyto cíle jsem rozčlenil do dvou úrovní. Do první z nich patří:

9. Pochopení vědecké metody. V tomto případě jde o více či méně pasivní uvědomění, v čem vlastně spočívá metoda používaná v přírodních vědách a zvláště ve fyzice. Mnoho znaků této metody jsem už vyjmenoval. Zde bych přidal snad ještě jeden prvek, a to analyticko-syntetické schéma takové vědy, jakou je fyzika. Fyzika rozkládá svět na prvky nejen proto, aby zjistila, z čeho se svět skládá, ale také proto, aby se po poznání jednodušších, elementárnějších objektů mohla vrátit k objektům složitým a objasnit jejich chování na základě vlastností složek. Podobné myšlenkové schéma používáme, eliminujeme-li různé vnější vlivy působící na chování daného objektu a vymezujeme tím předmět zkoumání tak, aby jeho chování bylo určeno co možná nejmenším počtem činitelů.

Základním úkolem však je zachytit obecný princip myšlení a postupů ve fyzice. Tento princip spojuje empirickou činnost v materiálním světě a racionalizaci výsledků s použitím matematického aparátu. Není možné chápat vztah mezi tzv. pokusem a tzv. fyzikální teorií příliš primitivně. Má-li se empirický fakt stát faktem vědeckým, musí již být určitým způsobem interpretován, třeba nesprávně. V každém vědeckém faktu je tedy obsažena empirie i teorie. Ve fyzice nastává téměř stejně často jak situace, v níž pozorujeme jev zcela nepředvídaný a hledáme

k němu klíč, tak také situace, v níž máme určité teoretické předpovědi postrádající – alespoň v dané chvíli – empirické potvrzení. Samozřejmě na školní úrovni nebudeme často, a dokonce zpravidla, schopni – třeba v důsledku chybějícího matematického aparátu – dát žákovi úplný teoretický obraz.

Na vyšším stupni výuky můžeme požadovat, aby žák dosáhl dalšího cíle:

10. Schopnost používat vědeckou metodu. Popisná znalost metodologie takové vědy, jako je fyzika, neznamena samozřejmě totéž, co dovednost skutečně metodologii ve vlastní kvazivýzkumné praxi používat. Používám zde slova „kvazivýzkumný“, protože objevy, k nimž žáci dospějí, budou téměř jistě objevy jen v měřítku jejich myšlení; všeobecně se tu mohou objevit jen problémy, které věda již dobře prozkoumala. Nicméně takové objevování má velkou vzdělávací hodnotu, a to nejen po stránce čistě intelektuální, neboť má vliv na zdokonalování celé žákovy osobnosti.

Je však zcela samozřejmé, že žák nebude schopen znovu objevit všechno dosavadní bohatství vědy, hromaděné celé věky s použitím rafinovaných a komplikovaných přístrojů. Je proto nezbytné, aby žák získal:

11. Schopnost využívat výsledky práce jiných lidí. Je zřejmé, že to předpokládá mj. dovednost samostatně používat učebnici. Tím to ovšem nekončí. Žák by měl být schopen nalézt potřebné heslo v encyklopedii, vybrat bibliografii ke zpracování daného tématu (např. ze souboru populárních časopisů), měl by umět udělat výtah z přečteného článku, stručně charakterizovat jeho hlavní závěry apod.

Každému je asi samozřejmé, že fyzika jako věda se neopírá o citování a popisování prací svých klasiků. V procesu výuky fyziky je však potřeba spojovat individuální vztah k vědecké pravdě se zřetelem

k historicky dosaženému výsledku vědy.

Dostávám se již k poslední skupině cílů výuky, které jsem označil jako všeobecně společenské. Jeden z těchto cílů, který uvádím na prvním místě, má vztah k poslednímu z předchozích bodů:

12. Chápání vědy jako historického a společenského jevu. Tento problém není jednoduchý a má mnoho aspektů. Za prvé bychom se měli zamyslet, proč vlastně věda vznikla a jaké individuální a společenské potřeby uspokojuje. Za druhé bychom měli nějak ilustrovat skutečnost, že rozvoj vědy neprobíhá izolovaně od rozvoje společenského a zejména od úrovně techniky a výroby, od světonázorových představ, životního stylu, od hierarchie hodnot uznávaných v dané společnosti atd. Je potřeba vzít také v úvahu vnitřní logiku rozvoje vědy. Za třetí bychom si měli položit otázku, zda a jak se poznávací prostředky, jimiž člověk disponuje, odrážejí v dějinách vědy, a tedy i v jejím nynějším stavu. Za čtvrté se nabízí celá řada otázek spojených se společenským uznáváním a zamítáním vědeckých hypotéz. Za páté bychom se měli zmínit o materiálním vkladu celé společnosti do rozvoje vědy a dotknout se tedy problému financování vědeckého výzkumu. Konečně za šesté, a to je bod opravdu poslední, ale neméně důležitý, bychom se měli zmínit o povinnostech, které má věda vůči společnosti a o prostředcích, které k plnění těchto povinností slouží. Zde se bude jednat mj. též o problém odpovědnosti vědce.

Tyto otázky jsou, jak jsem se již zmínil, velmi složité a jistě je bude možné žákům předložit jen zlomkovitě. Ve skutečnosti některé z těchto problémů byly vůbec dosud zpracovány jen v malé míře. Přesto však hlavní cíl, tj. zachycení historické proměnlivosti vědy, jejích pojmů a metod a vlivu společenských činitelů na její roz-

voj je velmi důležité. Omezil jsem se tu jen na naznačení obecné, velmi obšírné problematiky, ačkoliv by na toto téma bylo možné napsat nejen samostatný článek, ale celou knihu.

13. Vypěstování úcty k vědě a jejím tvůrcům. To je také podle mého názoru jeden z žádoucích cílů výuky. Protože se věda společensky vysoce hodnotí a uznává se mnohostranný prospěch plynoucí z vědecké činnosti, mělo by to mít svůj odraz i v obsahu výuky, který by zahrnoval charakteristiku několika nejvýznačnějších vědců (např. Aristotela, Demokrita, Galilea, Koperníka, Newtona, Huygense, Gausse, Faradaye, Maxwella, Einsteina, Bohra, Schrödingera, Heisenberga, Diraca; z polských vědců by bylo potřeba uvést kromě Koperníka ještě alespoň Skłodowskou-Curieovou, Witelona, sourozence Sniadecké, Smoluchowského a možná i další). Seznam těchto vědců by samozřejmě musel být sestaven velmi pečlivě a spíše by měl obsahovat méně jmen, než jsem zde uvedl.

Cíl 13 bych považoval za určité doplnění předchozího cíle. Ve vědě se totiž, jako v každé jiné oblasti tvůrčí činnosti, proplétá společenský prvek s individuálním. Je proto potřeba jim oběma přiřadit místo v systému vzdělávání a dodatečně přitom počítat s tím, že přiblížíme-li žákům osobnosti význačných vědců, přiblížíme jim tím i samu ideu vědecké tvorby.

Dalším velmi základním cílem výuky fyziky by mělo být:

14. Zachycení úlohy fyziky jako činitele, který spoluurčuje společenské, kulturní a filozofické přeměny. Podle mého názoru jde o jeden ze základních prvků vzdělání. Jím se totiž fyzika uvádí do společensko-kulturního proudu nejen jako spotřebitelka materiálních hodnot a lidského myšlení, ale i jako zdroj silných pobídek rozvoje

společnosti ve všech dimenzích jejího života. Vliv fyziky na lidské dějiny je výjimečně velký a mnohostranný. Fyzika spoluurčuje prostřednictvím zdokonalování techniky – a tím i výroby – podmínky materiálního života celé společnosti. Tyto podmínky se pak odrážejí v jiných oblastech, jako např. v literatuře a umění.

Fyzika působí přímo na jiná odvětví vědy, ne nutně z oblasti věd exaktních, a stává se pro mnohé z nich svého druhu vzorem. Fyzika také zřejmým způsobem ovlivňuje styl a tematiku filozofických úvah a jejich prostřednictvím působí na literaturu, ať už v pozitivním nebo negativním smyslu. Všimněme si třeba jen toho, jak obrovský vliv měla na kulturu v 18. století a ve značné míře také ve století 19. první velká fyzikální syntéza, newtonovská mechanika. Projevilo se to nejen v rozvoji mechanickomaterialistických koncepcí ve filozofii (až po La Mettrieovo dílo *Člověk stroj*), ale i v obecné koncepci determinovaného světa, dostupného racionálnímu poznání. Tehdy, po Newtonových objevech, měl člověk poprvé právo věřit, že myšlením pronikl stavbu Vesmíru a že stejným způsobem může porozumět také sám sobě. Romantismus byl přece reakcí nejen na osvícenskou filozofii a vládnoucí literární módu, ale také na newtonovskou mechaniku. „Lupa a oko mudrce“ vzrušovaly mnoho romantiků.

Efektivní vyučování fyzice by mělo ještě vést k realizaci dvou důležitých cílů společenského charakteru. První z nich můžeme charakterizovat takto:

15. Probuzení schopnosti vnímat krásu přírody, a to nejen její jevové stránky, ale i její logické struktury. Právě tuto logickou strukturu odráží věda, na tom stupni, jakého je schopna dosáhnout. Je proto potřeba posilovat estetický prožitek přírodních jevů tím, že za nimi ukážeme jejich

logický základ. Věda se pak snad přestane jevit mnoha lidem (a tak tomu, bohužel, ještě často je) jako nehumánní výtvar, suchý a odtažitý. Snad se díky tomu stane součástí prožívání světa.

Zbývá poslední cíl na který bych chtěl upozornit:

16. Vytvoření etického postoje, který je vlastní zkoumání reality. Je dobře známo, že vědecká práce vyžaduje nejen intelektuální, ale i morální kvalifikaci. Myslím tím především nekompromisní směřování k pravdě, vytrvalost při jejím hledání, schopnost obětovat se ve jménu vyšších ideálů, smysl pro odpovědnost. Je pochopitelné, že takové postoje a charakterové vlastnosti není možné vytvořit metodami verbálního popisu. Musí být uvedeny jako podmínky nezbytné pro realizaci vlastních tužeb, jsou-li tyto tužby, třeba v malé míře, spojeny s aktivním provozováním vědy. To nelze ani napsat v učebnici. Mnoho zde bude záležet na učiteli, na jeho vlastním etickém postoji, na jeho vztahu k vědě a schopnosti navázat kontakt se žáky. A vypěstovat takový postoj je možná důležitější než naučit žáka Newtonovu zákonu.

Je pochopitelné, že my fyzikové bychom chtěli, aby se naší disciplíně vyučovalo ve škole co možná nejúplněji, tedy aby v didaktické praxi byly podle možností usku-tečňovány všechny výše uvedené cíle. Uvě-domujeme si však, že by záměry tohoto druhu byly zcela nereálné, mj. vzhledem k omezenému času určenému v učebním plánu fyzice a také vzhledem k diferencované úrovni a zájmům žáků, nezmíním-li se už o překážkách čistě materiálních. Proto je nezbytná určitá hierarchizace uvedených cílů vyučování a současně jejich diferenciací v závislosti na potřebách jednotlivých kategorií žáků.

Které cíle především by bylo potřeba

ve škole realizovat? Je nepochybné, že ve srovnávání s poznávacími cíli mají všechny ostatní sekundární charakter v tom smyslu, že mohou být realizovány pouze s tou podmínkou, že se fyzice vyučuje právě jako vědě, jako zdroji poznání. Proto je potřeba na první místo postavit první z uvedených cílů – porozumění jevům, které probíhají v okolním světě. Každý žák musí bezpodmínečně získat návyk hledat vysvětlení jevů odehrávajících se kolem něho, a tedy klást přírodě otázky. Měl by také poznat alespoň elementární principy, základní přírodní zákony, které by mu umožnily taková vysvětlení samostatně nalézt.

Aby žák mohl fyziku používat, musí mu výuka pomoci k chápání vědecké metody (cíl 9). Žák by měl porozumět, v čem vědecká metoda spočívá. Bez toho bude jeho fyzikální vzdělání určitě neúplné.

Na další místa bych podle důležitosti postavil realizaci cílů označených čísly 3, 6, 8, 4, 11, 14. Myslím, že každý absolvent střední školy by měl mít zájem o přírodu, měl by rozumět vztahu mezi fyzikou a technikou, být si vědom logické souvislosti fyziky, utvořit si základy světového názoru postaveného na vědeckých zákonech, měl by být schopen využívat výsledků práce jiných lidí a konečně by si měl být vědom kulturotvorné úlohy fyziky v současnosti i v minulosti.

Vědomě jsem zde vynechal cíl 2. Měli by všichni absolventi střední školy rozumět základním zákonům, jimiž se řídí fyzikální realita? Měl by každý z nich vědět „něco“ o kvantové mechanice, Maxwellově teorii, speciální nebo dokonce obecné teorii relativity? Měl by každý vědět, co je to elektron, co proton a mezon? Tuto otázku je obtížné zodpovědět, protože přijetí kladné odpovědi vede ihned ke značnému rozšíření obsahu výuky a současně zvyšuje jeho obtížnost. Vzniká však otáz-

ka, jsme-li schopni realizovat ostatní „samozřejmě“ cíle výuky bez cíle druhého. Zbavíme-li fyziku jejích základních koncepcí a zákonů, můžeme pak žákům předat obraz fyziky jako logického celku? Docílíme toho, že si žák utvoří vědecký světový názor? Může pak žák porozumět, jakým způsobem ovlivňuje fyzika kulturní a filozofický život?

Musím upřímně přiznat, že řešení tohoto problému jasně nevidím. Vždyť přece k nehlubším a nejméně hodnoceným vlastnostem takové vědy, jakou je fyzika, patří zahrnování stále širších tříd jevů do stále silnějších a krásnějších pojmových struktur. Bylo by neslýchaným ochuzením fyziky, kdybychom ji tohoto prvku zbavili. Proto také jsem pro výklad základních zákonů všude tam, kde je to možné bez nadměrného rozšiřování obsahu výuky. Jsem přesvědčen, že absolvent střední školy v roce 2000 nemůže nic nevědět o kvantové mechanice a o zakřiveném časoprostoru. Je potřeba také pamatovat, že právě na té nehlubší dnes dosažitelné úrovni dochází k integraci fyziky s chemií a astronomií a jsou zde tedy kladeny základy současné jednotné přírodovědy.

Proto bych navrhl, aby jako nezbytné cíle, stavěné „před každého“ (i když snad v různém stupni pro různé kategorie žáků), byly uznány cíle 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11 a 14.

Zamysleme se nyní nad tím, koho naše škola vlastně vzdělává. Ty, kteří ji opuštějí, můžeme pro potřeby tohoto článku rozdělit podle jejich budoucích povolání do pěti kategorií:

- I. budoucí kvalifikovaní dělníci, technici a řemeslníci;
- II. budoucí zemědělci;
- III. budoucí administrativní pracovníci různých úrovní a právníci;
- IV. budoucí představitelé společensko-

vědné inteligence, novináři, umělci;
V. budoucí představitelé přírodovědné inteligence, lékaři.

Obsah výuky fyziky musí samozřejmě být diferencován se zřetelem na tyto kategorie povolání. Je to nutné mj. z toho důvodu, že jednotlivé kategorie budou mít své vlastní ústřední vyučovací předměty, kterým budou muset věnovat více místa než fyzice. Navrhoval bych toto uspořádání: Pro kategorie II a III by bylo možné zůstat na uskutečnění cílů již jmenovaných. Ve všech ostatních kategoriích by se měl realizovat i cíl 16, který souvisí s utvářením etického postoje nezbytného pro tvůrčí práci. Pro kategorie IV a V by byla potřeba realizovat navíc cíle 12 a 15, které vědu „humanizují“. Pro kategorie I a V by se měl uskutečnit cíl 10, protože obě tyto kategorie budou potřebovat schopnost používat vědeckou metodu. Pro kategorii I bych realizoval i cíl 5, protože právě budoucí technici musí umět v praxi využívat fyzikální zákony v technice. Naproti tomu v případě kategorie V bych realizoval ještě cíle 7 a 13, které učí vztahu mezi jednotlivými přírodovědnými obory a utvářejí vědecký postoj prostřednictvím setkání s osobnostmi význačných vědců.

Pozn.: V další části článku v původním znění se autor zamýšlí nad tím, jak se má uvedené schéma didaktických cílů a úkolů odrazit na systému výuky fyziky ve škole – na obsahu výuky, koncepci učebnic fyziky, pojetí laboratorních prací a přípravě učitelů fyziky. Autor uvádí, že byl při psaní článku veden cílem „... ukázat, co je nezbytné pro to, aby vyučování fyzice nebylo mučením pro žáka a často i pro učitele, ale aby se místo toho stalo bohatým zdrojem prožitků a dojmů.“ (Pozn. překl.)