

Jsou projekty integrované přírodovědy cestou vývoje fyzikálního vzdělávání v 21. století?

OLDŘICH LEPIL

Přírodovědecká fakulta UP

Jedním ze základních problémů fyzikálního vzdělávání je rozpor mezi narůstajícím objemem fyzikálních poznatků a jejich praktických aplikací a omezenými možnostmi školské výuky. Proto didaktika fyziky i praxe hledají cesty k překlenutí tohoto rozporu a uplatňují různé přístupy k výběru učiva, jeho uspořádání do didaktické soustavy a volbě metod předávání nových poznatků ve výuce. Tyto přístupy se týkají samotného učebního předmětu – fyziky, ale stále častěji rámec tohoto předmětu přesahují a směřují k širší pojaté výuce přírodovědy. Přitom nelze vyloučit i další vazby na dominantní obory zejména v oblasti komunikací, moderních technologií a dalších oblasti spjatých se soudobou úrovní společnosti, které sice s fyzikou souvisejí, ale jejichž koncepce současná výuka vesměs neodráží.

Vývoj fyzikálního vzdělávání v 21. století tedy bude muset hledat odpověď na řadu otázek, z nichž se k našemu tématu vztahují např. následující:

- Je obsah výuky fyziky v souladu se společenskými požadavky na vzdělání?
- Odpovídají jednotlivé poznatky učiva soudobému obsahu všeobecného vzdělání a umíme ho vymezit?
- Dokážeme transformovat současné vědecké poznatky a jejich aplikace do sdělitelné podoby?
- Je soustava školních předmětů v souladu se soustavou vědních oborů a jejich aplikací?

Hledání odpovědi na tyto otázky je i záměrem řešení projektu GAČR Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání (viz příspěvek D. Nezvalové v tomto sborníku). Jedním z cílů tohoto projektu je i vymezení základních pojmů integrované výuky přírodovědných předmětů a vytvoření modelu perspektivního didaktického systému integrované výuky fyziky, chemie a biologie na základní škole.

Jaká jsou východiska řešení této složky projektu?

Integrační tendence ve fyzikálním vzdělávání identifikujeme již řadu let v mnoha zemích a mají určitou souvislost s modernizačním hnutím ve fyzice i v dalších přírodních vědách, jak jsme se s nimi začali seznamovat v 60. letech 20. století. Tyto tendence našly svůj odraz i v české didaktice fyziky a mohou být poučením, popř. i východiskem hledání koncepcí pro století 21.

Z historického pohledu pokládám za užitečné připomenout zejména publikace M. Matyáše ([1-3], J. Hnilíčkové - Fenclové [4 - 5] a J. Janáše [6 – 10] v nichž jsou naznačeny možné přístupy jednak k stále řešené a dosud nevyřešené problematice koordinace výuky fyziky s ostatními přírodovědnými předměty, jednak kvalitativně nová koncepce integrované výuky přírodním vědám.

Tyto publikace vymezují tři stupně možné integrace dané úrovní vzájemné vazby jednotlivých přírodovědných předmětů. Je to 1. koordinovaná (interdisciplinární) výuka (koordinace obsahová, metodická, časová, didaktická kooperace), 2. kombinovaná výuka, 3. sjednocená výuka (viz např. [11], s. 95). Kombinovaná výuka znamená v počáteční fázi sjednocenou výuku přírodovědných předmětů, které se v další fázi diferencují jako samostatné předměty, popř. obráceně přechod od diferencovaných učebních předmětů k jejich sjednocení, k integraci přírodovědných poznatků, které žák získal předcházející výukou. Při sjednocené výuce pak hranice učebních předmětů mizí a výuka začíná některým obecným problémem (např. stavba hmoty), který řeší všechny přírodní vědy společně.

Přístupy k integrované výuce přírodních věd formuloval již v roce 1959 Robert Gagné (viz [2]). Jeho přístup je dnes označován jako přístup z hlediska vědeckých pracovních postup (*Process Approach*), který je založen na postupném probírání základních vědeckých pracovních postupů, počínaje pozorováním a tříděním a konče experimentováním, při kterých se žák seznamuje se základními údaji a principy, s nimiž se setkává v přírodě. Od té doby vznikly ještě další modely, které přirozeně mají své přednosti i zápory a které se nyní experimentálně ověřují. Záhy vznikl tzv. tematický přístup (*Thematic Approach*), v jehož učebním programu se probírají postupně témata jako voda, vzduch, Země, živé organismy atd. ze všech možných hledisek, tj. fyzikálního, chemického, biologického, geologického, astronomického atd. Jiný přístup je z hlediska užitých věd (*Applied Science Approach*). Ten klade důraz na přírodovědné poznatky a jejich utřídění z hlediska výrobních procesů. Zpravidla se vychází z průmyslu v oblasti školy. Další přístup je z hlediska životního prostředí (*Environmental Approach*), který třídí poznatky o přírodě z hledisek vztahu člověka k prostředí. Přístup z hlediska pojmové struktury (*Concept Approach*) je jedním z nejzávažnějších, neboť učební programy jsou založeny na hlavních přírodovědných pojmech, které se postupně budují s uvádějí do vzájemné souvislosti. Velmi závažný je rovněž tzv. systémový přístup (*Patterns Approach*), který je kombinací přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů a z hlediska pojmové struktury.

Od té doby vznikla řada modelů, jejichž koncepce mohou být inspirací i přínosem pro řešení realizovaná v rámci projektu GAČR. Připomeňme si některé z nich.

Projekt přírodovědného vzdělání v Maďarsku (Marx 1977 [12])

Obecným cílem projektu bylo zvýšit zájem o přírodní vědy, předkládat je jako organickou součást obecné kultury, naučit se používat vědecké metody chápání přírody, poznat obecné principy, které se v přírodě uplatňují, orientovat se v různých situacích pomocí vědeckých metod založených na základních principech. Projekt zahrnoval celou základní i střední školu (vedeno je jen 8. ročníků) a jedním z důvodů zachování tradičních předmětů ve vyšších ročnících byla absence učitelů, kteří by mohli vyučovat v integrované disciplíně.

- 1. ročník (6 let)
Přírodověda: Pozorovatelné vlastnosti hmoty. *Pozorování*
- 2. ročník (7 let)
Přírodověda: Kvantitativní vlastnosti hmoty. *Měření*
- 3. ročník (8 let)
Přírodověda: Interakce hmotných soustav. *Pokus*
- 4. ročník
Přírodověda: Poloha, pohyb, orientace. *Relativnost*
- 5. ročník
Přírodověda: Oblasti země z geografického a biologického hlediska.
Životní prostředí
- 6. ročník (11 let)
Fyzika: Energie (práce, teplo, spalování, světlo)
Biologie: Metabolismus, zpracování potravy, ekologie
Zachování a přeměna
- 7. ročník (12 let)
Fyzika: Elektrický náboj a proud.
Chemie: Molekuly, atomy, elektrony
Biologie: Od buňky k organismu
Transport. Princip blokové výstavby
- 8. ročník (13 let)
Fyzika: Setrvačnost, hybnost, přenos hybnosti
Chemie: Anorganické a organické sloučeniny
Biologie: Taxonomie a vývoj. Člověk
Organizace

Značného rozšíření doznaly projekty integrované přírodovědy v anglo-saských zemích. Jejich koncepce je patrná z několika ukázek:

Kurs SCIS (Science Curriculum Improvement Study - Karplus, 1965 [13])

Fyzikální část

- 1/6 Hmotné objekty
- 2/7 Interakce a systémy
- 3/8 Podsystemy a proměnné
- 4/9 Relativnost klidu a pohybu
- 5/10 Zdroje energie
- 6/11 Vědecké teorie

Biologická část

- Organismy
- Životní cyklus
- Populace
- Životní prostředí
- Společenství
- Ekologický systém

Projekt S.E.D. (Scottish Education Department 1964 – 68 [14])

První dva ročníky Secondary School (11-12 let)

1. Úvod do přírodních věd
2. Pohled na živou hmotu
3. Energie - základní představa
4. Částicové pojetí látek
5. Rozpuštěná a roztoky
6. Buňky a reprodukce
7. Elektřina
8. Některé obvyklé plyny
9. Přenos tepla
10. Vodík, kyseliny a zásady
11. Jak poznáváme své okolí
12. Země
13. Opora a pohyb
14. Transportní systémy
15. Elektřina a magnetismus

Projekt FOSS (Full Option Science System [15])

Systém 27 modulů s tematickým zaměřením

Tematické okruhy: Věda o životě, Fyzikální věda, Věda o Zemi, Vědecké uvažování a technologie

Cílová zaměření modulů: Pozorování, sdělování, porovnávání, uspořádávání, nacházení souvislostí, usuzování, aplikace

Britské národní kurikulum (Předmět: Science)

1. Vědecké objevování
2. Různé formy života
3. Životní procesy
4. Vznik a vývoj
5. Vlivy člověka na Zemi
6. Typy a způsoby využití materiálů
7. Tvorba nových materiálů
8. Chování materiálů
9. Země a atmosféra
10. Síly
11. Elektřina a magnetismus
12. Přírodovědný pohled na informační technologii
13. Energie
14. Zvuk a hudba
15. Využití světla a elektromagnetické radiace
16. Země ve Vesmíru
17. Povaha přírodních věd

V české škole se dosud nevytvořily podmínky pro uplatnění projektů integrované přírodovědy, avšak i u nás se můžeme setkat s projevem reformních snah v podobě integrujících prvků. Jejich zavádění v učivu základní i střední školy mělo za cíl především uplatnit vzájemné souvislosti jevů jako prostředek racionalizace ve výběru a uspořádání učiva. Na úrovni základní školy byla věnována pozornost integrujícím prvkům v učivu a na střední škole došlo ke vzniku integrovaných poznatkových soustav. Nedokončený zůstal projekt uceleného kursu, jehož integrujícím tématem byla stavba hmoty.

Integrující prvky v didaktickém systému přírodních věd (Janás [16])

- Pojmy pro popis struktury hmoty
- Pojmy pro popis vlastností látek a polí
- Pojmy pro popis chování látek a polí
- Charakteristiky stavu systému
- Charakteristiky procesu
- Základní zákony zachování
- Princip minimální potenciální energie soustavy
- Molekulárně kinetická teorie

Integrující pojmy ve fyzice na základní škole (Chytilová, Kolářová [17] [18])

- Částicová a elektrická stavba látek
- Pole
- Fyzikální veličiny
- Energie

Integrované poznatkové soustavy (Bednařík, Lepil [19])

- **Silová pole**
Gravitační pole
Elektrické pole
- **Nestacionární fyzikální děje**
Mechanické a elektromagnetické kmitání
Mechanické a elektromagnetické vlnění

Kurs Stavba hmoty (Pekárek, Fenclová, Vachek – 1979 [20])

- Atomy
- Molekuly
- Plyny, kapaliny, pevné látky a jejich vlastnosti
- Živé organismy
- Člověk a společenské systémy
- Země a vesmír
- Metody přírodních věd

V současnosti je realizována integrovaná výuka přírodních věd zcela ojediněle, jak o tom svědčí jediný odkaz na takto nazvaný učební předmět, který lze nalézt na webu [21].

Integrovaná přírodověda (První obnovené reálné gymnázium Praha – prima)

- I. Věda (vědní obory, metody vědeckého zkoumání, experiment, protokol)
- II. Hmota (částice, molekuly, atomy, směsi, skupenství)
- III. Buňka (rostlinná, živočišná, houby, bakterie)
- IV. Člověk (oběhová soustava, dýchací soustava, nervová soustava)
- V. Elektřina (elektrický obvod, napětí a proud, zapojování spotřebičů, elektromagnet)

Problémy Projektu integrované přírodovědy pro 21. století

Integrovanou přírodovědu lze považovat za cestu, která v 21. století umožní hledat kompromis mezi narůstajícím rozsahem poznání přírody a omezenými možnostmi školní výuky. Tento cíl také sleduje projekt GAČR, v němž postup řešení naznačuje výčet následujících problémů.

- Vymezení klíčových kompetencí z oblasti přírodních a technických věd s ohledem na věkové schopnosti žáků.
- Výběr integrujících prvků učiva, jejich uspořádání do didaktického systému a vymezení vazeb na navazující přírodovědné předměty.
- Návrh pilotního projektu integrované přírodovědy pro 6. ročník ZŠ.
- Problémy přípravy učitelů pro výuku integrované přírodovědy.

Literatura

- [1] *Matyáš, M.*: Současný stav výzkumu v integrovaném vyučování. In: Současný stav a perspektivy vývoje vědecké práce v didaktice fyziky. Olomouc: UP 1974, s. 56-66.
- [2] *Matyáš, M.*: Modernizace vyučování fyzice v anglosaských zemích. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 1968, roč. 13, s. 108 – 115.
- [3] *Matyáš, M.*: K otázce nové koncepce vyučování. Matematika a fyzika ve škole 1973, roč. 4, č. 4, s. 287.
- [4] *Hnilíčková, J.*: Současné tendence školské fyziky. Matematika a fyzika ve škole, 1976, roč. 6, č. 9, s. 677.
- [5] *Fenclová, J.*: Integrace přírodovědného vzdělání. Matematika a fyzika ve škole, 1979, roč. 9, s. 598 – 603.
- [6] *Janás, J.*: Mezipředmětových vztahy v přírodovědných předmětech. Matematika a fyzika ve škole, 1975, roč. 6, s. 214 -220.

- [7] Janás, J.: Uplatňování mezipředmětových vztahů v přírodovědných předmětech. Přírodní vědy ve škole, 1978, roč. 30, s. 343 -345.
- [8] Janás, J.: Fyzika na základní škole jako integrační složka vytváření přírodovědného obrazu světa. In *Vyučovanie fyziky na základnej škole a súčasné problémy vedecko-technického rozvoja*. Bratislava: SPN 1979, s. 27 – 39.
- [9] Janás, J.: Mezipředmětové vztahy fyziky, matematiky a ostatních přírodovědných a odborných předmětů z hlediska návaznosti na druhý stupeň základní školy. In *Fyzika pre stredné školy. Študijné texty na prípravu pedagogických pracovníkov*. Bratislava: SPN, 1982, s. 155 – 187.
- [10] Janás, J.: Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole. 1. vyd. Brno: Univerzita J. E. Purkyně, 1985. 88 s.
- [11] Fenclová, J. a kol.: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. 1. vyd. Praha: Academia 1984, 164 s.
- [12] Marx, G.: Přírodovědné vzdělávání v Maďarsku. PMFA, **24** (1979), s. 339, **25** (1980), s. 44, 95, 156.
- [13] Kučírek, J.: Netradiční přírodovědný kurs v základní škole USA. Matematika a fyzika ve škole, 1985, roč. 16, č. 3, s.202 – 210.
- [14] Páv, T.: Integrační snahy ve vyučování přírodních věd. PMFA, 1969, roč. 14, č. 6, s. 279.
- [15] Lepil, O.: Magnetismus a elektřina v projektu FOSS, MFI, roč. 5 (1996), č. 5, s. 247.
- [16] Janás, J.: Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole. Brno: UJEP, 1985.
- [17] Chytilová, M.: Příspěvek k novému pojetí obsahu a metod vyučování fyzice na základní škole. Praha: SPN 1972, 47 s.
- [18] Kolářová, R.: Integrované pojmy a jejich rozvíjení ve vyučování fyzice na základní škole. In *Vyučovanie fyziky na základnej škole ...* Bratislava: SPN 1979, s. 15 – 23.
- [19] Vachek, J. – Lepil, O.: Modely a modelování ve vyučování fyzice. 1. vyd. Praha: SPN 1980. 224 s.
- [20] Fenclová, J.: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. 1. vyd. Praha: Academia 1984, 164 s.
- [21] www.prog.cz/texty/koncepce/Integr_pr.htm