

---

Katedra obecné fyziky  
Západočeské univerzity v Plzni

Physikalisches Institut  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

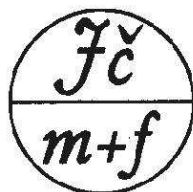
# Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky

sborník z konference



ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA  
V PLZNI

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg



**DIDAKTIK**

Srní 2003

---

**MODERNÍ TRENDY V PŘÍPRAVĚ UČITELŮ FYZIKY**  
sborník z konference

Editor sborníku: Doc. Dr. Ing. Karel Rauner

Technická redakce: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.

Vydala Západočeská univerzita, Plzeň 2003

Vytiskla tiskárna PrintActive s.r.o. a WebActive s.r.o., Štefánikova 29, 400 01 Ústí nad Labem

ISBN 80-7082-954-0





## Úvod

Ve dnech 24.–26. dubna se v Hotelu Srní konaly dvě konference s mezinárodní účastí: konference věnovaná počátečnímu vyučování matematice „*Od činnosti k poznatku*“ a konference o výuce fyziky s názvem „*Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky*“. Předložený sborník zahrnuje příspěvky přednesené na konferenci fyziků a rozebírá tak stav výuky fyziky na počátku 21. století a naznačuje cesty, kterými by se výuka fyziky mohla v dalších letech ubírat. Příspěvky nejsou ve sborníku uspořádány tematicky, ale abecedně podle autorů. Konferenci uspořádala katedra obecné fyziky FPE ZČU v Plzni ve spolupráci s Ústavem fyziky Univerzity Erlangen pod záštitou rektora Západočeské univerzity v Plzni prof. Ing. Zdeňka Vostrackého, DrSc.

Jednání podtrhlo krásné prostředí Šumavy, v němž jednání probíhalo. Účastníci proto přivítali možnost seznámení s řekou Vydrou a technickými prostředky, kterými byl a stále je její dravý proud využíván pro výrobu elektrické energie. Úspěšný průběh konference umožnilo optimální prostředí, které měli účastníci zajištěno v Hotelu Srní.

Konference by nemohla proběhnout bez přispění sponzorů, kterým patří velký dík. Hlavním sponzorem byla elektrárenská společnost ČEZ, a.s., na úspěchu se dále podílela Jednota českých matematiků a fyziků, firma Didaktik, a. s., Hotel Srní, redakce časopisu Školská fyzika, a další.

V Plzni 31. 3. 2003

Doc. Dr. Ing. Karel Rauner



*Hotel Srní leží uprostřed největšího rekreačního centra Šumavy – Srní. Značené turistické cesty vedou návštěvníky ze Srní do nádherné Šumavské přírody. Celé území bylo na základě jedinečné flóry a fauny vyhlášeno Národním parkem Šumava.*

*Putování podél 200 let starého plavebního kanálu nebo ke slatím, jedinečnému přírodnímu úkazu ve střední Evropě, je skutečným zážitkem.*

*V zimě zvou lyžařské tratě k běhu na lyžích. Protože se území nachází ve výšce 850–1100 m nad mořem, je zde jistota sněhové pokrývky až do jara.*

*Pro všechny, kteří chtějí prožít dovolenou v zachovalé přírodě s čistým vzduchem, průzračnými jezery a zdravými lesy, je Šumava kolem Srní dokonalým místem pro odpočinek.*

*Využití celého areálu hotelu je možné jak pro letní, tak i zimní rekreaci, k pracovním setkáním, školením, či uzavřeným obchodním jednáním.*

*Všechny pokoje jsou vybaveny:*

- kompletním hygienickým zařízením;
- sprchovým koutem;
- barevným televizorem se satelitním příjmem;
- telefonem;
- rádiem.

*V objektu hotelu je k dispozici:*

- jídelna, restaurace;
- noční hotel club, snack bar;
- vyhříváný bazén 25 m, sauna, solárium, fitness, masáže;
- bowling, kulečnick, stolní tenis;
- půjčovna horských kol;
- půjčovna lyží.

<http://www.hotely-srni.cz/Srni/srni.htm>



## Obsah

Úvod .....	5
Obsah .....	6
Dittmann: Fyziologická stránka ve výuce barev – interpretace pomocí počítače .....	7
Dufková: Vzdělávací program energetické společnosti ČEZ pro školy .....	13
Dvořák: Vaňkovka – centrum vzdělávání .....	16
Hacker: Nový multimediální koncept zobrazování v geometrické optice na druhém stupni ZŠ .....	21
Havel: Vyloučení odporu vzduchu při studiu volného pádu těles .....	24
Höfer: Postoje a podmínky učitelů a žáků při výuce fyziky v Čechách .....	27
Hubeňák, Hubeňák: Elektromagnetická vlna na vedení a v prostoru .....	36
Janás: Příprava a další vzdělávání učitelů fyziky z hlediska potřeb současné školy a EU .....	44
Kepka: Pedagogická praxe – nedílná součást přípravy učitelů .....	50
Lacina: Modernizace přípravy učitelů fyziky – důvody, způsoby, výsledky .....	53
Navrátil, Novotná, Soldán: Projektová výuka fyziky, matematiky a chemie na PdF MU.....	62
Obdržálek: Diskuse EPS o výuce fyziky na ZŠ a SŠ .....	67
Obdržálek: K výchově budoucích učitelů .....	69
Obdržálek: Společný bod výuky biologie a fyziky? .....	72
Petřík: Reálný experiment v e-learningových formách studia .....	73
Prokšová: Entropii na střední škole? .....	77
Randa: Počítačová podpora výuky astronomie a astronomických soutěží .....	87
Stach: Fyzika-výpočetní technika s elektronikou jako navazující magisterské učitelské studium na bakalářský stupeň.....	91
Svoboda: Další vzdělávání učitelů fyziky (některé zkušenosti z MFF UK Praha).....	95
Štefl: Současná astrofyzika v úlohách .....	99
Tesař: Učebnice fyziky pro ZŠ a počítačem podporovaná výuka .....	101
Volf: Jak vzdělávat učitele fyziky, aby pro svůj předmět byli schopni získávat své žáky.....	105

## Fyziologická stránka ve výuce barev – interpretace pomocí počítače

Helmut Dittmann\*, Univerzita v Erlangenu, Norimberk, SRN

Objem učiva o barvách se na školách v posledních desetiletích velmi zmenšil, což je zřejmé při srovnání starších a novějších učebnic fyziky. Důvodem není pronikání nového učiva do škol, ale skutečnost, že učivo o barvách není čistě fyzikálním tématem. K barvě patří dvě věci: světlo ve speciálním složení – tedy fyzikální stránka výuky barev, a neoddelitelně také člověk, který toto světlo jako barvu vnímá. Bez člověka není žádná barva! Tato tematická složka, zaměřená na vnímání, vede u některých učitelů fyziky k negativní reakci: to přece není fyzika! Výuka barev je tak založena na minimálním, čistě fyzikálním základě, na rozkladu světla, na spektru bílého světla a na skutečnosti, že se světlo po odebrání jeho některých částí stává barevným. Fyziologická stránka je potlačena, protože se nejeví jako „bezpečná“. Přitom je to právě ona, kdo u žáků vyvolává značný zájem. Žáci na druhém stupni ZŠ se nacházejí ve stadiu vývoje, ve kterém se rozvíjí smyslové vnímání a dochází k jeho uvědomování.

Okolnost, že mnoho žáků dnes již zcela přirozeně pracuje s počítačem a používá programy, které intenzivně pracují s barvami, vzpomeňme jen digitální zpracování obrázků, vede k otázkám, které běžný postup výuky není schopen zodpovědět, jako např.: Může monitor zobrazit všechny barvy, které existují? Jaké barvy nelze zobrazit? Kolik barev je naše oko schopné rozlišit? Výuka barev se stala s nástupem počítačů aktuálním tématem a je to právě počítač, který nám nabízí výborné pomůcky k tomu, aby se toto téma stalo zajímavou součástí výuky.

Nechme v následujícím příspěvku podrobné studium jak zmíněného fyzikálního jádra (rozklad světla, spektrum bílého světla), tak běžné související pokusy stranou. Příspěvek se spíše snaží ukázat cestu lepšího pochopení této problematiky. Soustředíme se tedy na využití vhodných počítačových programů, 3D barvového prostoru a na pozorování, která již každý z nás uskutečnil – barevné stíny.

### Aditivní míšení barev a 3D barvový prostor

Nejjednodušší zobrazení 3D barvového prostoru nám nabízí aditivní míšení barev tří primárních barev: červené, zelené a modré (Č, Z, M). Žáci znají míšení barev z vlastní zkušenosti – subtraktivního míšení barev vody. Pokud se žáků zeptáte, jaká barva vznikne smíšením modré a žluté, dostanete nevyhnutelně odpověď: zelenou! Dříve, než začnete s aditivním míšením základních tří barev, je nutné vysvětlit rozdíl mezi aditivním a subtraktivním míšením. Nyní zmíním pokus, který velmi efektivně ukáže tento rozdíl: Dvě ploché vaničky s průhledným dnem se postaví na zpětný projektor a naplní se z poloviny vodou, která se obarví barevným inkoustem, jedna vanička modře, druhá žlutě. Projektor barvy krásně zviditelní. Pokud postavíme vaničky na sebe tak, že světlo musí projít oběma, je výsledný obraz zelený, a to nezávisle na tom, v jakém pořadí na sebe vaničky postavíme. Pokud však slijeme vodu do jedné vaničky, zobrazí se totožná barva jako v první části pokusu. Žáci nejsou výsledkem překvapení, ten odpovídá jejich očekávání.

A nyní pokus trochu obměníme: Na projektoru stojí opět modrá a žlutá vanička; obě barvy se nyní smíchají jinak – zrcadlem, které zachytí část modrého světla před tím, než dosáhne projekční stěny, a pak ho přivede na žlutý obraz. Zde se obě světla smíchají a vznikne bílý bod ve žlutém obraze. Pokud zrcadlem zachytíme část žlutého světla a odrazíme ho na modrý obraz, získáme také bílou. Pokus žáky překvapí, postaví je do rozporu s poznáním: není míšení jako míšení! Nyní již není těžké zdůvodnit tento rozdíl.

\* Dr. Helmut Dittmann, Helmut.Dittmann@physik.uni-erlangen.de

Pochopení aditivního míšení barevného světla nám nyní umožňuje vytvoření barvového prostoru pomocí primárních světél. Míšení lze opět provést pomocí zpětného projektoru, na který položíme tři vaničky s červenou, zelenou a modrou vodou. Během míšení zachytíme zrcadlem dvě barvy a přivedeme je na třetí. Pomocí různého nastavení zrcadel lze nastavit intenzitu míšení tak, že lze vytvořit různé barvy. Jednodušší a lépe nastavitelné míšení barev lze provést na barevném monitoru pomocí programu „MIXER.EXE“. Aditivní míšení zde probíhá trochu jinak: Primární světla vycházejí z maličkých pixelů monitoru, které pro lidské oko leží neoddělitelně u sebe. Míšení probíhá až v oku. Podrobnosti ukazují obr. 1.



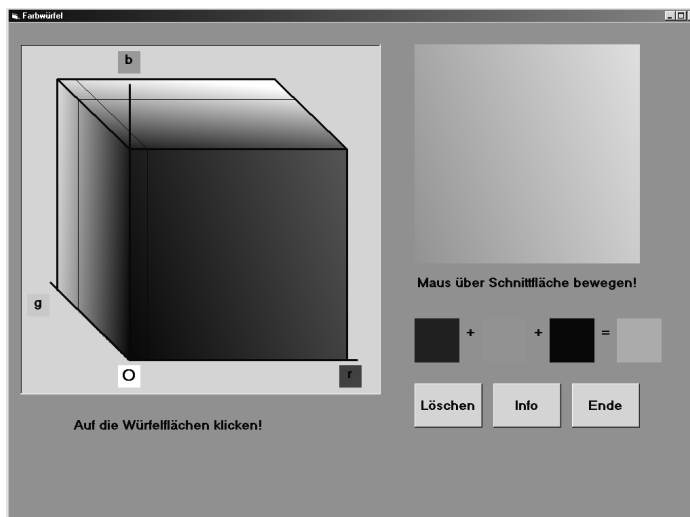
Obr. 1: V programu „MIXER.EXE“ lze nastavit intenzitu jednotlivých komponent pomocí rolovacích lišt vpravo nahoře do 256 různých pozic  $\check{c}$ ,  $z$ ,  $m$ . Toto jsou trojbarevné souřadnice barevného bodu v 3D barvovém prostoru. Barevný kruh ve středu a obě rolovací lišty pod ním umožňují nastavit pomocí „přirozených souřadnic“, barevného tónu, jasů a sytosti každý bod.

Mixér barev poskytuje barvovému prostoru dva souřadnicové systémy, trojbarevné souřadnice a „souřadnice přirozené“ (barevný tón, jas a sytost). Mixér rovněž ukazuje souvislost mezi oběma systémy. Pokud dojde ke změně souřadnic v jednom systému, reaguje okamžitou změnou i systém druhý. Důležitý je kruh barev, který zobrazuje spektrum od červené až k modré a který se uzavírá přes purpurové tóny, vznikající míšením červené a modré. Žáci ovšem zcela otevřeně pochybují o tom, že obsahuje všechny barevné tóny. „Kde je například hnědá?“, zní otázka. Lze na ni lehce odpovědět, stačí jen kliknout na oranžový odstín – lišty ukazují např.  $\check{c} = 255$ ,  $z = 160$ ,  $m = 0$  – a potom snížit lištou „jas“ o zhruba 50 %: (127, 80, 0). Rovněž lze předvést vliv sytosti. Pokud ji u výše zvolené oranžové snížíme asi o 50 %, barva vybledne a bude jemnější. Trojbarevné souřadnice jsou potom  $\check{c} = 255$ ,  $z = 208$ ,  $m = 128$ , což lze vysvětlit následovně: Vzniklá barva je složena z méně světlé oranžové  $0,5 \cdot (255, 160, 0)$  a bílé (128, 128, 128).

### Barevná tělesa a počet rozlišitelných barev

Barvový prostor lze zobrazit pomocí barevných těles. Pokud vycházíme z trojbarevných souřadnic  $\check{c}$ ,  $z$ ,  $m$ , přičemž tato přirozená čísla musí být v rozmezí 0–255 a pokud odpovídající barvy budou zobrazeny v kartézském souřadnicovém systému, získáme barevnou kostku, obsahující  $256^3 = 16777216$  mřížkových bodů, které je počítač schopen zobrazit. Program „FARBWÜRFEL.EXE“ zobrazuje toto barevné těleso.

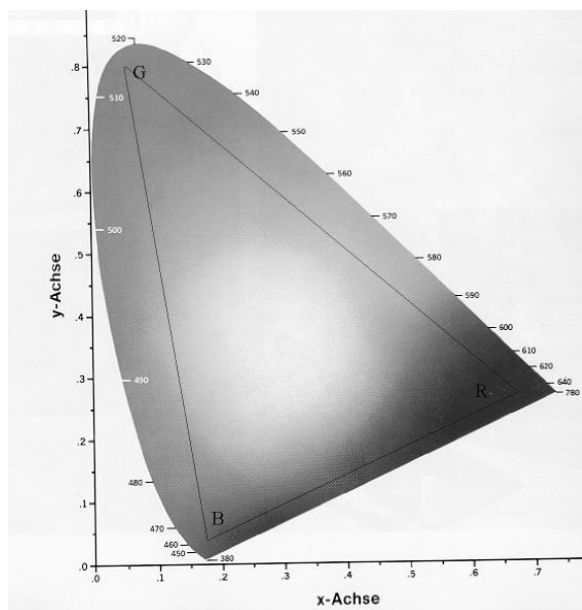




Obr. 2: Kostka barev, zobrazená programem „FARBWÜRFEL.EXE“. Kliknutím myši na postranních plochách lze docílit řezu kostkou tak, že lze pozorovat její vnitřek. Barvy ploch řezu, resp. jejich složení lze prozkoumat pomocí kliknutí myši.

Přirozené souřadnice barvového prostoru lze lépe znázornit pomocí cylindrických souřadnic – barevný odstín jako úhel, sytost barev jako poloměr a jas jako osu z. Takto bude vytvořen válec jako znázornění barvového prostoru. Program „FARBZYLINDER.EXE“ (bez obr.) znázorňuje vzhledem k ose jasů, svíslé řezy válcem, které vypadají jako barevné kruhy, jejichž sytost se směrem ke středu snižuje až k bílé.

Velký zájem žáků vzbuzují následující otázky: Kolik barev je schopné naše oko rozlišit? Lze pomocí počítače všechny zobrazit? Barevná kostka dává na první pohled jednoduchou odpověď: Obsahuje  $256^3 = 16\,777\,216$  mřížkových bodů, přičemž každý bod představuje jednu barvu. Stejný počet kombinací barev může zobrazit monitor. To ovšem neznamená, že jsou naším okem rozlišitelné. Ve skutečnosti to také souvisí s kvalitou monitoru. Pomocí programu „SPION.EXE“ (bez obr.) lze prozkoumat, zda více sousedních nastavení, např. (135, 56, 228) a (136, 58, 231) vede k ještě větší rozlišitelnosti výsledků. To ukazuje, že rovněž u monitoru s vynikajícím rozlišením nelze rozlišit dvě barvy, pokud se žádná ze třech souřadnic neodchyluje o více než 1. To ovšem znamená, že minimálně 8 sousedních bodů mřížky v barevné kostce nelze rozlišit. Pokud toto respektujeme, získáváme stále ještě  $16\,000\,000 : 8 = 2$  miliony rozlišitelných barev u dobrého monitoru. Ovšem ani nejlepší monitor nemůže zobrazit všechny barvy, které existují. Sytost složená ze 3 primárních barev nedosáhne nikdy 100 %, zcela syté jsou pouze barvy vlastního spektra. K tomu uveďme jednoduchý pokus: Umístíme zrnko chloridu měďnatého do Bunsenova plamenu a pokusíme se pomocí generátoru barev zrekonstruovat vznikající barvu plamene. Nepodaří se to, protože plamen ukazuje prakticky spektrálně čistý kyan. Barvový prostor zobrazený monitorem je přesněji vymezen v obrázku 3. Lze ho pouze nevýznamně zvětšit pomocí čtvrté primární barvy. Moderní odhady vycházejí z toho, že lidské oko může rozlišit asi 7 milionů barev – obdivuhodný výkon!



Obr. 3: Chromatický diagram je 2D projekcí barevného prostoru. Měla by zobrazovat všechny barvy při konstantním jasu. Sytost je ve středu 0 a roste směrem k okraji, kde dosahuje svého maxima. Tam leží spektrální barvy, vlnové délky jsou uvedeny v nm. Zobrazení je ovšem neúplné, protože tiskárna umožňuje zobrazení tónů barev pouze s omezenou sytostí. Zvláštní sloupcová forma diagramu je zvolena tak, že všechny barvy, vytvořené přídavným míšením primárního světla č, z, m leží uvnitř napnutého trojúhelníku.

### Překvapivé pokusy k vnímání barev a jejich vysvětlení pomocí Youngovy-Helmholtzovy teorie vnímání barev

Výuka fyziky by neměla opomíjet každodenní jevy spojené s barvami, kterých si již každý všiml, protože vyvolávají zájem – kromě toho je fyzika schopna ukázat svou sílu v tom, že dokáže podat vysvětlení. Nejdříve popíšeme některá pozorování:

**Žluté zabarvení fotografií:** barevné fotografie, které vznikají na filmu určeném pro fotografování za denního a umělého světla (světlo ze žárovky), zobrazují často nežádoucí žluté zabarvení. Lidské oko vnímá tyto barvy při umělém osvětlení bez žlutého zabarvení. Kdo má barvu, oko nebo film?

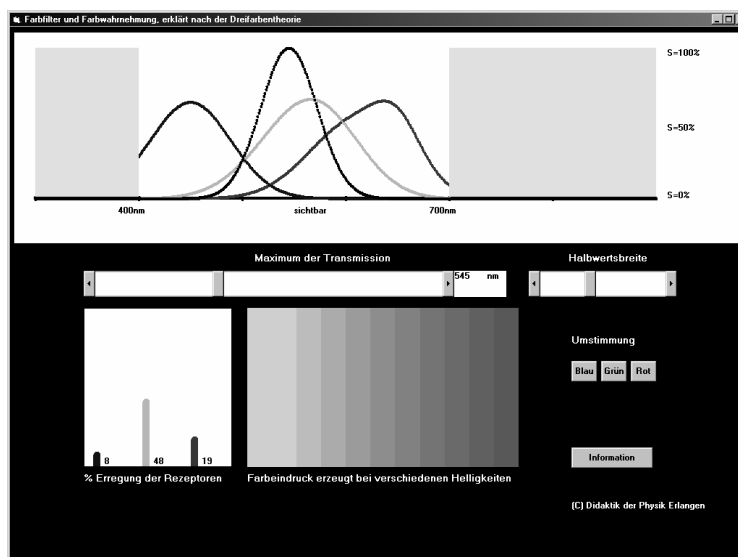
**Barevné stíny:** V dobře zatemněné místnosti je pomocí zpětného projektoru promítáno přes červený filtr tak, že na projekční stěně vidíme červené pole na tmavém pozadí. Toto pole potom osvětlíme bílým bodovým zdrojem světla, který je umístěn 1 až 2 metry vedle projektoru. Pole se nyní jeví ve slabě syté barvě, která již není červená. Pokud vložíme do světla ruku ve vzdálenosti asi 1 metru od projekční stěny, objeví se 2 stíny, které se částečně překrývají. V každém z těchto stínů zřetelně chybí světlo z jednoho z obou zdrojů. Tam, kde ruka stíní světlo z bílého bodového zdroje světla, lze opět vidět sytě červenou – to objasňuje jeden stín. Ovšem tam, kam světlo projektoru nemůže proniknout, můžeme vidět zřetelně zelenou –, i když toto místo je samostatně osvětlováno bílým světlem a neexistuje zde zdroj světla zeleného. Pokud opakujeme tento pokus se zeleným filtrem, bude stín, který by měl být bílý, červený a druhý bude zelený. Barvy se tedy zamění. Také s modrým filtrem bude pokus úspěšný, odpovídající stín bude potom žlutý. Závěr: Jeden a tentýž světelný podnět (v tomto případě bílé světlo) může vyvolat různé vnímání barev. Vnímání barev není objektivní jako světelný podnět, nýbrž subjektivní a závislý na okolí.

**Imitační obrázek:** Pomocí projektoru zobrazíme kruh, jehož horní polovina je červená a dolní polovina zelená. Následující pokus se zdaří o to lépe, čím sytější a jasnější barvy budou. Diváci budou vyzváni, aby sledovali střed kruhu, který je označen černým bodem, a to po do-

bu 15 sekund. Potom dojde k nahrazení kruhu jednotným šedivým polem. Překvapení: Na šedém pozadí lze vidět – sice trochu rozmazaně, ale evidentně – předchozí kruh, nyní ale obráceně, nahoře zelený a dole červený. Takový imitační obrázek s obrácenými barvami vidíme vždy, pokud intenzivně hledíme na světlý předmět a poté se zahledíme na neutrální, méně světlé pozadí.

**Virtuální barvy:** Také v tomto pokusu bude zobrazena kruhová deska s červenou a zelenou polovinou. Diváci sledují nyní po delší dobu a intenzivně především dělicí čáru mezi červenou a zelenou – bez toho, aby sledovali jiná místa. Po zhruba 30 sekundách pozorují na okraji barvy úzké lemy, ve kterých se střídavě obě barvy intenzivně objevují – intenzivněji a sytější než v ostatních částech kruhu. Pozorované barvy nazýváme virtuálními. Oko zde vidí barvy, které objektivně vůbec neexistují.

Popsaná pozorování lze pochopit pomocí programu „FWAHRN.EXE“ (viz obr. 4). Nejprve tento program odpoví na následující otázku: předložen je barevný filtr, jehož vlnovou délku a pološířku známe. Jakou barvu uvidíme, prosvítíme-li tento filtr bílou barvou, po dopadu světla na sítnici našeho oka? Program tedy zprostředkovává dojem barvy, jaké světlo se zvonovitým rozdělením intenzity s maximem při předem udané vlnové délce a nastavitelné pološířce je v oku vyvoláváno.



Obr.4: V horní části obrázku jsou uvedeny citlivosti sloupců nad vlnovou délkou. Vyšší zvonovitá křivka mezi nimi je rozdělení intenzity přicházejícího světla. Lze ji posunout pomocí posuvné lišty, která se nachází dole, nad viditelnou oblast, také její šířku lze změnit. Podle jejího nastavení jsou sloupce vybuzovány různou intenzitou. To nám zobrazuje okno vlevo dole, zatímco okno dole uprostřed zobrazuje výsledný barevný dojem v různých stupních jasů.

Při tomto pokusu je použita Youngova-Helmholtzova teorie tří barev (ta je v současnosti uznávána jako všeobecně platná). Na sítnici oka existují tři druhy receptorů barev, tzv. čípky, jejichž citlivosti odpovídají přibližně zvonovitým křivkám s maximem v  $\check{c}$ ,  $z$ ,  $m$ , pokud je zobrazíme oproti vlnové délce. Podnět čípku je dále předáván mozku a tam je vytvořen pocit barvy. V programu je podnět čípků vypočten vrásnivým rozdělení intenzity s odpovídajícími křivkami citlivosti. Barvu potom vytvoří monitor aditivním míšením  $\check{c}$ ,  $z$ ,  $m$ , odpovídaje podnětům čípku.

Ještě k vysvětlení výše zmíněných pozorování: Lidské oko má výbornou schopnost přizpůsobit se okolnímu prostředí. Např. může nápor světla regulovat změnou velikosti duhovky, která se při nižší intenzitě otevře a dodá oku více světla. Oko, přesněji sítnice, disponuje rov-

něž mechanikou, která se přizpůsobuje rozdílným barevným teplotám světla. Bílý papír v knize se nám zdá stejně bílý na slunci jako při světle svíčky, i když maxima světelné intensity leží na opačných místech spektra. V programu lze různé druhy vzniklé bílé lehce názorně ukázat: Nastavíme poloviční šířku tak velkou, aby překryla viditelné spektrum a posunula maximum na různá místa. Schopnost oka vyrovnat tento vliv zde umožňuje možnost nastavení citlivosti jednotlivých receptorů barev. V programu máme pro to 3 tlačítka, která mohou citlivosti snížit až na polovinu. Podobné vyrovnání bílé má dnes již každá digitální kamera. Všechna výše uvedená pozorování mají shodnou příčinu: změnu citlivosti receptorů, která se vztahuje buď na celou sítnici (barevné odstíny) nebo jen na jednotlivá místa (imitace, virtuální barvy).

### **Programy, odkazy a literatura**

Programy zmíněné v tomto článku lze stáhnout z internetu.

Adresa: [www.didaktik.physik.uni-erlangen.de](http://www.didaktik.physik.uni-erlangen.de)

Pozor, programy lze spustit pouze s uvedenými pomocnými daty. Ty lze stáhnout na stejné stránce a je třeba je uložit na harddisk společně s EXE soubory do stejného adresáře.

Pro pokusy s projektorem se používají velkoplošné filtry různých barev, např. kolečko se dvěma různě zbarvenými polovinami. Tyto pomůcky lze zakoupit v obchodě (nejsou zrovna levné), bohužel nikoliv ve všech potřebných barvách. Lze použít filtry, které se vytisknou inkoustovou tiskárnou na fólii. Velký výběr předloh různých barev, forem a stupňů lze najít ve výše uvedené adrese ve složce Fvorlagen (jpg).

### **Doporučená literatura:**

[1] Falk, Brill, Stork: *Ein Blick in Licht*. Birkhäuser Verlag – Springer Verlag, 1989.

[2] Treitz N.: *Farben*. Klett Studienbücher, 1985.

## Vzdělávací program energetické společnosti ČEZ pro školy

Marie Dufková\*, ČEZ, a. s., Praha

Vzdělávací program je jednou z nejvýznamnějších dlouhodobých aktivit komunikace s veřejností. Byl založen v roce 1992, krátce po založení samotné akciové společnosti ČEZ. Má tedy za sebou již 10 let existence a zkušeností.

Program se týká všech aspektů energetiky. Prostřednictvím vzdělávání se snažíme, aby veřejnost lépe rozuměla energetice a tím i činností ČEZ.

Podpora vzdělávání v technických oborech je vedle výroby a prodeje elektřiny další službou, kterou ČEZ poskytuje veřejnosti.

### Cíle

Ideou a důvodem pro vznik a rozvoj programu Energie pro každého je vzdělávat a informovat, zvýšit úroveň vědomostí o energetice a to jak dětí a mládeže, tak postupně nejširší veřejnosti.

Podporovat technické vzdělávání a talentované studenty a zvýšit v nich zájem o studium a budoucí zaměstnání v energetice.

### Kriteria

Program Energie pro každého se od počátku drží určitých kritérií. V první řadě je to kvalita materiálů, určitý standard „duchovní“ kvality. Pokud jsme se rozhodli toto dělat, pak to musí být nejlepší. Materiály musejí respektovat dítě a jeho svět, podporovat samostatné myšlení, soutěživost, hravost, tvořivost. Musí být akceptovatelné učitelkou a akademickou veřejností, aby je používala a šířila.

Materiály jsou výhradně vzdělávací – nikoliv propagační. Spolupracujeme na jejich přípravě s pedagogy i s katedrou didaktiky MatFyz, která vychovává nové učitele fyziky.

### Nabídka

Vzdělávací program ČEZ nabízíme všem základním a středním školám v České republice, tj. asi 7 tisíc škol, kontakty samozřejmě udržujeme i s vysokými školami technického směru. Program Energie pro každého jsme nabízeli prostřednictvím nabídkového katalogu, který byl zasílán školám, nyní přednostně přes internetovou stránku [www.cez.cz](http://www.cez.cz), při besedách na školách a prostřednictvím informačních center našich elektráren.

Pro vzdělávací program ČEZ jsme zvolili cestu nabídky široké palety materiálů na nejrůznějších nosičích od klasického papíru až po CD ROM. Průzkumy na školách zjišťujeme o jaký druh materiálů mají učitelé zájem.

- **Tištěné materiály:** sešitová Encyklopedie energie, fólie pro zpětný projektor o jaderné energetice a o klasické energetice, popis jednoduchých experimentů z jaderné fyziky, sada obrázkových příloh k učebnicím Vědět víc, sada kvízů z oblasti fyziky a energetiky, plakáty s vysvětlením skleníkového efektu, jaderného palivového cyklu, elektromagnetického záření, typů jaderných reakcí, atd., Radka Rozumbradka – učební materiál pro 1. stupeň ZŠ, Třetí pól (časopis pro SŠ popularizující vědu a techniku s důrazem na energetiku).
- **Videofilmy:** nyní nabízíme na DVD: Žijeme se zářením (vysvětlení pojmů „radioaktivita“ a „ionizující záření“), Mocný atom (kreslený film pro děti o jaderné energii), Jaderná elektrárna (princip fungování), Objevování energie (kreslený film pro děti o místě energie ve světě), Bezpečnost v každém případě (dokument o testování kontejnerů na použité jaderné

---

\* Ing. Marie Dufková, [dufkom1.hsp@mail.cez.cz](mailto:dufkom1.hsp@mail.cez.cz)

palivo), Budoucnost bez jaderných odpadů (nová převratná metoda likvidace jaderných odpadů), Získávání sluneční energie (vynikající didaktický film o solární energetice), Stopy budoucnosti (přírodní analogie ukládání jaderných odpadů), Uhelná elektrárna (princip fungování), Zdroje elektrické energie (vynikající didaktický film o elektrických zdrojích všeho druhu), Práce s Gamabetou (popis a předvedení pokusů s ionizujícím zářením), Jaderný palivový cyklus (vysvětlení manipulace s palivem od těžby až po ukládání odpadů), Temelín – bezpečnostní systémy, manipulace s palivem a testování spolehlivosti (unikátní záběry ze spouštění naší nejnovější jaderné elektrárny), Povodně 2002 (dokument o vodních elektrárnách ČEZ).

- **Počítačové programy:** Encyklopedie energie na CD ROM, Energetika pro 21. století (historie a budoucnost), Joulinka (pro 1. stupeň ZŠ).
- **Internetové aplikace:** na [www.cez.cz](http://www.cez.cz) je k dispozici aplikace o elektřině a simulace primárního okruhu JE Temelín, na [www.duhovaenergie.cz](http://www.duhovaenergie.cz) jsou hravé aplikace pro děti, samostatnou stránku má časopis [www.tretpol.cz](http://www.tretpol.cz).
- **Exkurze** na elektrárny ČEZ a na školní jaderný reaktor ČVUT.
- **Podpora letních škol fyziky** pořádaných pro středoškoláky MatFyz a jadernou fakultou.
- **Semináře pro učitele**
- **Podpora soutěží** pro talentované studenty (Turnaj mladých fyziků, Olympiády, soutěž vědeckých a technických projektů středoškoláků, Soutěž vědeckých a technických projektů vysokoškoláků ve vybraných elektrotechnických a energetických oborech apod.).
- **Cena ČEZ**, soutěž diplomových a doktorandských prací.
- **Besedy se studenty** o jaderné energetice.
- **Pomůcky** pro výuku fyziky – nyní již nenabízíme, ale z předchozích let existuje na školách přes 1000 kusů dozimetrické sady Gamabeta pro pokusy s ionizujícím zářením a 200 kusů stavebnice EMA pro pokusy s elektřinou a magnetismem.

Vzdělávací program je také k dispozici všem zaměstnancům pro jejich děti a pro učitele jejich dětí. Materiály se používají i pro nejširší veřejnost a rozesílají se cíleně zájemcům o informování.

Podle průzkumů na školách víme, že ČEZ je první a zatím jedinou průmyslovou společností v naší republice, která školám takovýto program nabízí.

Na pedagogické fakultě Ostravské univerzity vznikly dvě diplomové práce budoucích učitelů fyziky zpracované podle našich materiálů: jedna navrhuje osnovy fyzikálního semináře pro střední školy a druhá učební materiál o fyzice pro základní školy obojí na základě vzdělávacího programu ČEZ. Na pedagogické fakultě v Praze vznikla diplomová práce navrhující učební materiál o jaderné energetice na základě materiálů ČEZ.

Kvalitu a účinek vzdělávacího programu měříme pomocí průzkumů na školách nebo anket mezi pedagogy. V průzkumu agenturou Rapid Dema jsme zjistili, že na školách, které materiály používají (je to cca 2000 škol), je hodnotí 84 % učitelů jako velmi dobré a dobré a 87 % učitelů potvrzuje, že povědomost studentů o energetice se po seznámení s našimi materiály zlepšila.

## Ocenění

Řada materiálů a pomůcek obdržela doporučení pro používání ve školách od samotné Jednoty českých matematiků a fyziků. Dva z filmů z videotéky ČEZ uspěly na festivalu Techfilm 96, film Stopy budoucnosti získal první cenu ve své kategorii. Videofilm Získávání sluneční energie získal zvláštní ocenění na festivalu Ekofilm. Počítačový program Energetické zdroje Země obdržel Duhovou disketu MŠMT za nejlepší výukový software pro školy roku 1995. Multimediální program Joulinka získal cenu Nejlepší exponát výstavy Schola Nova 1996. Encyklopedie energie na CD ROM získala cenu časopisu Chip-Tip za nejlepší multimediální ti-

tul roku 1999 a cenu Computerworld 2000 excellent za nejlepší multimediální český produkt, festival Techfilm 1999 jí udělil čestné uznání za grafiku.

### **Další rozvoj**

Pro další rozvoj programu již není nezbytné zvyšovat kvantitu, ale je nezbytné zachovat kvalitu, profesionalitu a variabilitu. Rozvíjet jeho zacílení na další skupiny veřejnosti a zdokonalovat spolupráci s aktivitami sekce personální a sekce obchodu (dovnitř) a spolupráci s oficiálními školskými strukturami, např. MŠMT (vně). V souvislosti se vznikem „skupiny ČEZ“ předpokládáme jak jeho propojení s podobnými vzdělávacími aktivitami REASů, tak s využitím jejich pomoci pro další rozšíření programu.

Program Energie pro každého může i přesáhnout rámec ČEZ, neboť pomáhá celé energetice jako oboru. Tak jak je koncipován, odpovídá významu a postavení ČEZ. Filosofie jeho dalšího rozvoje tedy záleží i na budoucím postavení ČEZ.

Není pravda, že by studenti neměli zájem o fyziku – těch, co zájem mají, je mnoho, je potřeba jen zaujmout je a správně vést. Popularizace fyziky, vědy a techniky v širším slova smyslu je velmi potřebná. Nesmíme mládež podceňovat!

## **Vaňkovka – centrum vzdělávání**

*Mgr. Ladislav Dvořák\*, Pedagogická fakulta MU, Brno*

V našem společensko-kulturním prostředí je stále velmi zažitá představa, že příprava kohokoliv, budoucích učitelů nevyjímaje, se odehrává především ve školských zařízeních. Jestliže je však budeme vzdělávat a připravovat na jejich budoucí profesi jen ve školních lavicích, nemůžeme se divit, že velmi podobný přístup budou mít i oni ke svým budoucím žákům. Jedná se o začarovaný neřešitelný kruh?



Z tohoto kruhu se snaží dostat skupina nadšenců sdružených do „Občanského sdružení Vaňkovka“, které je nástupcem „Nadace Vaňkovka“. Ta se snažila v letech 1994 až 1998 prosadit svoji vizi vybudovat v areálu bývalé továrny regionální centrum kultury, vzdělání a zdravého životního stylu. K tomuto sdružení se ještě přidává Partnerství pro Vaňkovku – jedná se o příznivce, bývalé zaměstnance Vaňkovky, zástupce občanských iniciativ, škol a institucí.

### **Historie Vaňkovky**

Strojírna Friedricha Wanniecka (1838–1919) byla založena v roce 1865. Byla umístěna mezi ulicemi Trnitá, Zvonařka, Plotní a Úzká, dnes je to v prostoru mezi ústředním autobusovým nádražím Zvonařka a obchodním domem Tesco v Brně.



*Obr. 1*

První objekt byl zakoupen na jaře 1865, kdy se začalo se stavbou strojírny (slévárna, parní stroj, kotelna a montážní dílny). Další parcely pak byly zakoupeny v roce 1889. Postupně se pak strojírna rozrůstala (strojírna, slévárna, jádrovna, modelárna a administrativní budova).

Úspěch továrny spočíval ve využití vynálezu Wannieckova bratrance Julia Roberta (správce cukrovaru v Židlochovicích), který v roce 1864 objevil tzv. difúzní proces získávání cukrové šťávy z řepy, později pak i z cukrové třtiny. V roce 1865 byl vyroben první difuzér na světě a krátce na to jsou první difuzéry a řezačky vyváženy do Indie. Výrobní sortiment se následně rozšířil o parní kotle, váhy, dřevozpracující stroje, odstředivky, speciální zařízení pro parní stroje a keramické stroje.

V roce 1902 došlo ke spojení s První brněnskou strojárnou. Později byla součástí například Zbrojovky Brno nebo Zetoru Brno. Nyní památkově chráněnou továrnu vlastní společnost Jižní centrum Brno, a.s., která je plně ve vlastnictví města Brna. Spolu s investiční společností ECE vypracovala projekt na přestavbu železničního uzlu a na výstavbu obchodního centra ve Vaňkovce.

---

\* Mgr. Ladislav Dvořák, [dvorak@jumbo.ped.muni.cz](mailto:dvorak@jumbo.ped.muni.cz)



## „Heuréka! ... Už to mám!“

Pro podporu projektu přebudování Vaňkovky na centrum vzdělávání a poznání byla 21. května 2002 v Jádroně (obr. 2) uspořádána akce pro žáky brněnských i mimobrněnských základních škol.



Obr. 2

Přes 600 žáků se zábavnou formou seznámilo s fyzikálními a chemickými pokusy, hlavolamy a hrami. Z akce odcházeli nadšeni především z toho, že většinu experimentů mohli provádět sami.

### **Program:**

- Zábavy jednoduché, leč vědecké (circusové představení s fyzikálními pokusy)
- Hrátky s elektřinou
- Workshop budoucích učitelů fyziky z Pedagogické fakulty MU
- Herna s fyzikálními hračkami a hlavolamy z odpadového materiálu
- Od semínka k papíru
- Matematika netradičně
- Vyzkoušej sám sebe (soutěž)
- Chemie jednoduše
- Jednoduché modely letadel
- Představují se malí železniční modeláři
- Zajímavé fyzikální hračky
- Projekt „Maják – můj hlas pro Vaňkovku“

### **V průběhu akce proběhly doplňkové výstavy:**

- Představení projektu „Studio Vaňkovka – centrum poznání, tvořivosti a pohybu“
- Fyzika na táboře
- Galerie optických klamů

Na přípravě tohoto velmi podařeného dopoledne se podílely JUNIOR – DDM Brno, Občanské sdružení Vaňkovka, Pedagogická fakulta MU Brno, AMD ČR, VVS Učební pomůcky, ZŠ Klobouky u Brna, Gymnázium Brno Křenová, ZŠ Brankovice

Tato akce měla za cíl podpořit projekt vybudování „Studia Vaňkovka – centra poznání, tvořivosti a pohybu“, který byl na této akci představen.

### **Budoucí využití Vaňkovky**

Sdružením jsou předkládány projekty na využití dvou budov (bývalé strojírny a bývalé slévárny) z památkově chráněného areálu. Autory jsou zejména Karel Kincl za JUNIOR – DDM a Eva Staňková za Občanské sdružení Vaňkovka.

Cílem těchto projektů je podporovat přirozenou lidskou touhu po poznání, rozvíjet kreativní způsob myšlení a motivovat k aktivní činnosti ve volném čase, probudit v lidech zájem o přírodní vědy a techniku a v neposlední řadě také vytvořit protiváhu k plánovaným asi 37 000 m<sup>2</sup> obchodních ploch „Galerie Vaňkovka“.

### **Studio Vaňkovka – prostor pro poznávání a tvořivost**

Studio Vaňkovka bude exponováno v hale bývalé strojírna (obr. 3). Stane se regionálním centrem mimoškolního vzdělávání v oblastech vědy a techniky a střediskem popularizace nových i dříve objevených technologiích. Bude sloužit dětem, studentům, školám i široké veřejnosti při jejich vzdělávacích aktivitách.

Bývalá strojírna je největší hala z areálu brněnské Vaňkovky (3800 m<sup>2</sup> plochy a asi 40 000 m<sup>2</sup> obestavěného prostoru). V blízké budoucnosti se stane strojírna spolu s bývalou administrativní budovou Vaňkovky součástí rozsáhlého nákupního a společenského komplexu, který vznikne v bloku mezi obchodním domem TESCO a ústředním autobusovým nádražím Zvonařka.



*Obr. 3*

Studio Vaňkovka bude spolupracovat s podobnými centry v zahraničí a vytvoří základ budoucí sítě center interaktivního vzdělávání v České republice. Ve světě je přes 1 000 center vědy a poznání a to nejen v postindustriálních zemích, ale i v Mexiku, Polsku a Maďarsku. Jejich promyšlené programy rozvíjejí dětskou tvořivost a nejen jí a smysluplně naplňují volný čas mládeže i seniorů.

Příkladem mohou být již fungující podobná zařízení v Evropě i ve světě např. „Technorama“ Winterthur (Švýcarsko), „La Villette“ Paris (Francie), „The Science Museum“ London (Velká Británie), „Jodrell Bank“ (Velká Británie), „Techniquet“ Cardiff (Wales, Velká Británie), „Exploratorium“ (USA), „Museum of Science and Industry“ (Chicago, USA), „The Children’s Museum of Indianapolis“ (USA), „Science Museum of Minnesota“ (USA) a další v Evropě – „Budapest Science Center“ a „Experimentarium“ v Kodani.

Studio Vaňkovka do své činnosti systematicky zapojí studenty, praktikanty a další dobrovolníky, čímž se sníží potřebné provozní náklady. Již dnes je navázána spolupráce s brněnskými středními školami, se zástupci Masarykovy univerzity a Vysokého učení technického v Brně. Na úhradu třetiny až poloviny svých provozních nákladů by si mělo zařízení vydělat vlastní činností.

### *Východní loď – hala, stálá expozice*

Celá strojírna svými rozměry a velkým neděleným vnitřním prostorem poskytuje zcela výjimečné podmínky pro vizuálně silnou a atraktivní expozici. Návrh předpokládá, že východní loď (dále hala) nebude již vnitřně rozdělena na menší části. Hala bude obsahovat dvě až tři

monotematické stálé expozice. Velká pozornost bude věnována nejen obsahu, ale i formě a výtvarné úrovni provedení expozic.

Témata by měla být dostatečně obecná a trvale platná. Měla by doplňovat a rozšiřovat znalosti, které získáváme již na základní škole. Hlavním cílem je zapojit návštěvníka do demonstrování dějů a dát mu možnost měnit parametry experimentů. V některých případech se návštěvník sám stane objektem pokusu a bude mít příležitost vlastními smysly vnímat zcela neobvyklé situace.

Z počátečních úvah se jako nejvhodnější témata jeví optika (světlo a zrak) a mechanika (člověk jako objekt fyzikálních pokusů či koutek vodních hrátek).

#### *Východní loď – doplňková expozice*

Tento prostor by měl být členěn horizontálně, nikoliv vertikálně, kde budou umístěny vedlejší doplňkové expozice, které zajistí částečnou obměnu programu Vaňkovky.

Střednědobé expozice (např. Člověk pod lupou) by byly zaměřeny i na jiné přírodní vědy (zejména biologie) a na technické vymoženosti dnešní doby (telefon, kopírka, počítač, systém ABS automobilů, bezpečnostní systémy, zdroje energie apod.).

Krátkodobé expozice budou spíše menší, informativní a monotematické. Vhodně by reagovaly na aktuální světové dění ve vědě, technice, kultuře a přírodě (přílet komety, klonování, povodně apod.). Primárním požadavkem by zde byla aktuálnost, nikoliv vizuální atraktivita provedení.

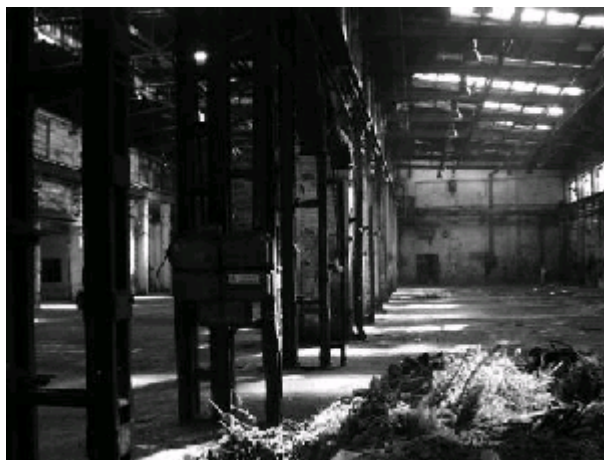
V této části by se také nacházely vědeckotechnické hračky a malé stolní pokusy. Interaktivita by byla zcela dominantní a vizuální složka by ustupovala do pozadí. Jednalo by se o často obměňované expozice, výstavy různých technických kroužků apod., které by bylo možné vyměňovat s podobně zaměřenými institucemi.

Pracovní náměty pro odborný scénář zpracovali členové programové skupiny:

Zdeněk Bochníček (PřF MU, Brno), Pavel Konečný (PřF MU, Brno), Václav Piskač (G Tř. kpt. Jaroše, Brno) a Věra Bdinková (JUNIOR – DDM Brno)

#### **Salón Vaňkovka – komunitní a kulturní centrum**

Ve dvou podlažích bývalých šaten slévárny (obr. 4) by se měl nacházet Salón Vaňkovka, který se stane kulturním centrem pro mladé umělce. Zde by rozvíjeli svoji uměleckou kreativitu. Mělo by se jednat o pokračování činnosti Nadace Vaňkovka v Modelárně, kde v letech 1997–1999 probíhaly divadelní festivaly, koncerty, večery poezie i filmové projekce. Celkem přes 200 akcí.



*Obr. 4*

Na asi 900·m<sup>2</sup> budou vybudovány divadelní sál (asi sto míst se základním vybavením), výtvarné dílny pro experimentální tvorbu, poradenská kancelář, kavárna a čajovna. Zde budou organizovány festivaly, různá vystoupení, workshopy, semináře a různé kurzy.

Salón Vaňkovka by měl být finančně nezávislý a soběstačný.

### **Příprava učitelů**

Již první akce („Heuréka! ... Už to mám!“) pořádané na podporu přebudování Vaňkovky v centrum vzdělávání se zúčastnili studenti 3. ročníku pedagogické fakulty MU v Brně učitelství fyziky.

Aktivní spolupráci s centrem se chystáme začlenit do vzdělávacího programu fyziky na PdF MU. Spolupráce PdF MU s centrem by se neměla projevovat jen občasnými návštěvami jednotlivých částí expozic, ale studenti by na místech praktikantů vykonávali svoji praxi. Je snaha o jejich zapojení při vytváření aktuálních expozic, navrhování i výrobě jednotlivých exponátů. Ze spolupráce s centrem si studenti na oplátku odnesou řadu zkušeností z práce s dětmi, získají nové schopnosti komunikace s lidmi. Získají spoustu nových poznatků, které mohou využít ve prospěch svých diplomových nebo bakalářských prací. Realizaci zde mohou najít nejen studenti technických a přírodovědných oborů, ale např. i studenti oborů výtvarných.

### **Závěr**

V případě, že se realizace tohoto projektu podaří, zařadí se město Brno mezi evropská a světová místa s interaktivními vědeckotechnickými centry, což bude mít přínos nejen pro jiho-moravský region, ale i pro celou Českou republiku.

### **Odkazy**

Další informace o projektu vybudování vzdělávacího a komunitního centra:

Vaňkovka	<a href="http://www.vankovka.cz">www.vankovka.cz</a>
město Brno	<a href="http://www.brno.cz/jiznicentrum">www.brno.cz/jiznicentrum</a>

Stávající centra interaktivního vzdělávání:

Technorama	<a href="http://www.technorama.ch">www.technorama.ch</a>
Techniquet	<a href="http://www.tquest.org.uk">www.tquest.org.uk</a>
La Villette	<a href="http://www.villette.com">www.villette.com</a>
Jodrell Bank	<a href="http://www.jb.man.ac.uk">www.jb.man.ac.uk</a>
The Children's Museum of Indianapolis	<a href="http://www.childermuseum.org">www.childermuseum.org</a>
The Science Museum	<a href="http://www.sciencemuseum.org.uk">www.sciencemuseum.org.uk</a>
Exploratorium	<a href="http://www.exploratorium.edu">www.exploratorium.edu</a>
Museum of Science and Industry	<a href="http://www.msichicago.org">www.msichicago.org</a>
Science Museum of Minnesota	<a href="http://www.smm.org">www.smm.org</a>
Budapest Science Center	<a href="http://www.csodapalota.hu">www.csodapalota.hu</a>
Experimentarium	<a href="http://www.experimentarium.dk">www.experimentarium.dk</a>

# Nový multimediální koncept zobrazování v geometrické optice na druhém stupni ZŠ

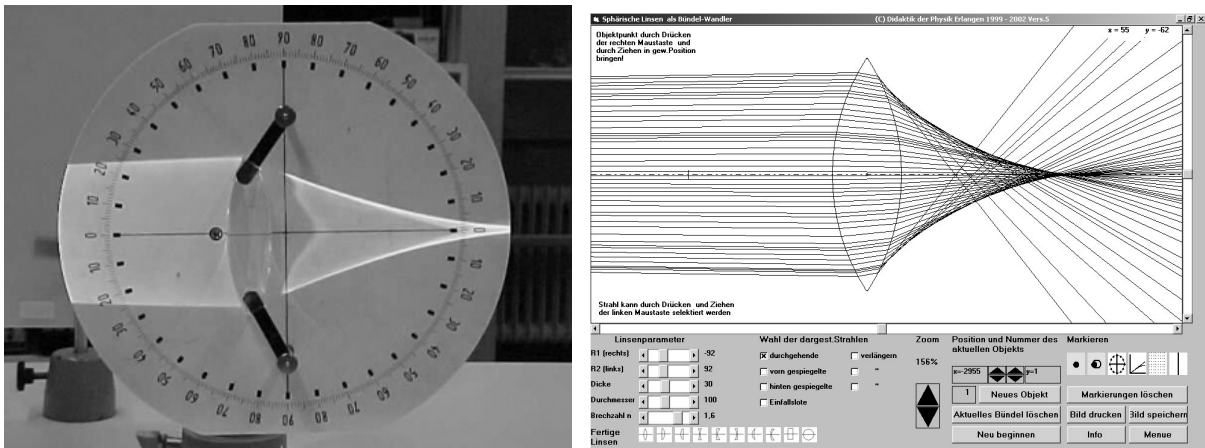
German Hacker\*, Univerzita v Erlangenu, Norimberk, SRN

## 1. Popis koncepte

V geometrické optice na druhém stupni ZŠ se běžně k objasnění vzniku obrazu (místo a velikost) při zobrazení sférickou čočkou používá konstrukce s tzv. „paprsky zvláštních směrů“ (středový, ohniskový a paralelní paprsek). Existují dva podstatné důvody, proč my tyto konstrukce nepoužíváme. Za prvé je zde nebezpečí, že žáci velmi záhy zapomenou vlastní důvod zobrazovacího účinku čočky – lom na jejích površích – a budou spojovat vlastní vznik obrazu pouze s geometrickou konstrukcí. Za druhé je třeba nalézt cestu k získávání poznatků, která vychází z pozorování jevu, diskuse a úsilí o nalezení vysvětlení pomocí modelu. Konstrukce s „paprsky zvláštních směrů“ je nedostačující, poskytuje sice mnoho lehce pozorovatelných jevů, ovšem s její pomocí nelze problematiku vysvětlit. Použitím našeho programu „optibuen.exe“ lze naproti tomu získat názorné a pochopitelné vysvětlení. Program po spuštění vypočítává – využitím zákona o lomu světla při lomu během vstupu a výstupu paprsku do čočky – individuální cestu jednotlivých paprsků skrze čočku a tento jev graficky zaznamenává (viz obr. 1a a obr. 1b).

Další popis koncepte:

- Učitel (případně žáci) používají program k simulaci.
- Zobrazení světelných svazků pomocí tzv. *měníčů svazků*.
- Jako doplněk dostatečně známých experimentů jsou doporučeny tzv. volné experimenty, které provádí učitel nebo žáci.
- Obsah výuky lze – jako doplněk pokusů a simulací – přednášet pomocí soupravy fólií (PowerPoint-fólie: \*.ppt; viz [1]).



Obrázek 1a (vlevo): Zobrazení kaustických světelných svazků se zřetelně světlými okraji, což je charakteristické tehdy, pokud široce roztažený paralelní svazek, který pochází z velmi vzdáleného bodového zdroje světla, narazí na sférickou čočku. Neexistuje zde přesně stanovené ohnisko, tak jak nám ho poskytuje konstrukce s „paprsky zvláštních směrů“. Lze pozorovat pouze jednu oblast zúžení. Paralelní svazek byl proměněn na konvergentní, mimostředový, kaustický svazek.

\* Akadem. rada Dr. German Hacker, german.hacker@physik.uni-erlangen.de

Obrázek 1b (vpravo): Screenshot okna programu během simulace (obr. 1a, vlevo). Program používá zákon lomu světla při hraničních přechodech jednotlivých paprsků ze vzduchu do skla a opačně. Vytvořením velkého počtu jednotlivých paprsků kliknutím myši lze vytvořit paralelní svazek. Výsledek přesvědčivě ukazuje vznik konvergentního, mimostředového, kaustického svazku.

Pro frontální experimenty obdrží každý žák

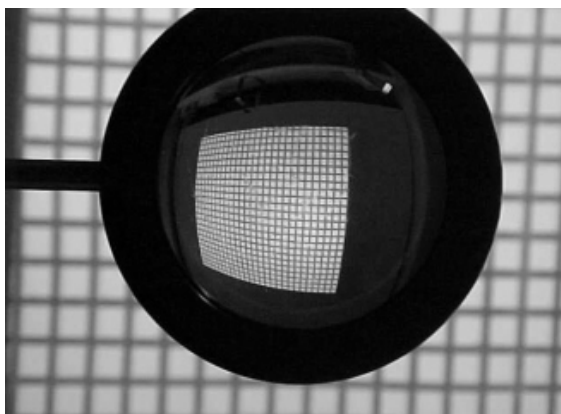
- bikonvexní, sférickou spojnou čočku ( $f = 100$  mm,  $\varnothing$ : 50 mm);
- papírovou krabici se třemi otvory ( $\varnothing$ : 1, 2 a 3 mm);
- malé stínítko;
- transparentní kostku z plexiskla.

Výběr doplňkových volných experimentů:

- Zobrazení objektu – zdroje světla (viz obr. 2) pomocí malé kamery se třemi otvory (karton s malým stínítkem).
- Pozorování zobrazení bodového zdroje světla pomocí spojné čočky v podélném a příčném řezu vycházejícího světelného svazku.
- Zobrazení osvětleného, prosvíceného objektu (např. fólie s natištěnou dvourozměrnou mřížkou) ve dvou případech: jako zcela transparentní objekt, nebo jako co možná nejvíce izotropně rozptýlený objekt (pomocí další rozptylovací destičky).
- Pozorování obrazu mřížky bikonvexní a sférickou spojnou čočkou (viz obr. 3).
- Pozorování zrcadlení, resp. zobrazení plochým, dutým a vypuklým zrcadlem. Příklad toho, že oba druhy sféricky zakřivených zrcadel sloučených v jedno, vytvoří bikonvexní spojnou čočku. Zde lze zachycovat nejen reálný obraz za čočkou, ale i reálný obraz před a virtuální obraz za čočkou.

Některé důležité součásti koncepce:

- Realizace zobrazení je vnímána „bod po bodu“, resp. „pixel po pixelu“.
- Bod (samo)svítivého objektu je považován za bodový zdroj světla, který vysílá středový, divergentní svazek světla.
- Část svazku světla je vybírána otevíráním clony.
- Sférická spojná čočka vybírá část středového, divergentního svazku světla a převádí jej na konvergentní. Vyzařovaný světelný svazek není již středový, nýbrž kaustický.
- Pokud je selektován úzký svazek světla, blíží se svazek na výstupu ve své formě středovému svazku a může tak být opět přibližně zobrazen na ostrý bod obrazu. (například na naší čočce a zornici našeho oka).



Obrázek 2 (vlevo): Samostatně svítící „F“ jako objekt sledování ve třídě.

Obrázek 3 (vpravo): Pohled na skutečný obraz mřížky (k rozeznání na pozadí) prostřednictvím konvexní čočky. Obraz je ostrý, ale je zobrazen soudkovovitě.

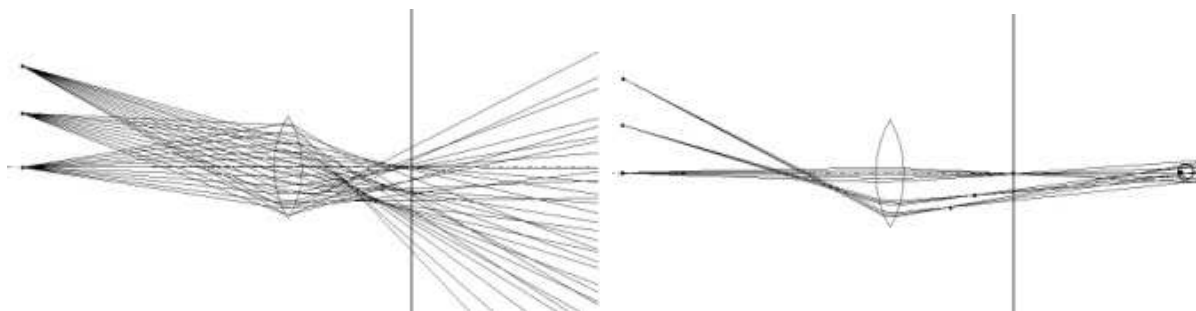
## 2. Simulační program a PowerPoint fólie

Program „optibuen.exe“ obsahuje 3 části, první pro simulaci lomu na rozhraní dvou prostředí, druhý pro simulaci odrazu na zrcadlicí ploše (ploché či zakřivené) a třetí pro simulaci zobrazení sférickými čočkami. Program dovoluje z jednotlivých paprsků pomocí kliknutí myši vytvořit úzké nebo široké svazky paprsků (2D zobrazení a simulace), které vycházejí z jednotlivých posuvných bodů objektu. Zároveň lze přitom měnit velké množství parametrů jako průměr čočky, index lomu, nebo poloměr křivosti zrcadla a povrchu čoček.

Při výuce lze použít PowerPoint fólie (asi 25 kusů, [1]). Do prezentace učiva prostřednictvím fólií jsou zabudovány vazby na program „optibuen.exe“, a to tak, že program je k dispozici na příslušných místech. V závislosti na dané situaci může být program použit rovněž bez PowerPoint fólií (exe – databáze, 213 kB).

## 3. Příklad vysvětlení pozorování pomocí simulačního programu

Skutečný obraz mřížky můžeme sledovat pomocí pozorování obrazu na stínítku nebo přímým pohledem do čočky. Přitom je možné vidět dva odlišné obrazy. První, při přímém pohledu do čočky, je ostrý, ale zobrazen soudkovitě (viz obr. 3). Obraz na stínítku není zaznamenán, ale je relativně rozostřen. Jaký je důvod pro tento rozdíl? Pomocí konstrukce s „paprsky zvláštních směrů“ nelze tento rozdíl vysvětlit. Pokud použijeme simulační program, lze příčinu – selekci světelných svazků lidským okem – lehce nalézt, resp. vysvětlit. (obr. 4a, 4b).



Obr. 4a (vlevo): Mřížka je zde zobrazena ve 2D prostřednictvím ekvidistantních bodů (vždy levá část obrázku). Při vytváření reálného obrazu na stínítku využívá každý divergentní svazek světla bodů objektu k zobrazení celou čočku. Jak bylo právě popsáno, nemohou takovýmto způsobem vznikat exaktně ostré body obrazu, ale pouze „relativně neostré body“. Na druhé straně leží tyto tři body na obrazovce u sebe – tak jako body objektu – skoro ekvidistantně.

Obr. 4b (vpravo): Oko vybírá při pohledu ve směru čočky neodvratně zcela úzké svazky jako celou čočku. Pozorované skvrny jsou následně evidentně ostřejší než na obrázku 4a. Na druhé straně je nelze vidět na ekvidistantních místech. Bod objektu s největším odstupem od optické osy je jako skvrna optické ose blíže, než by byl v ekvidistantním případě. Výsledkem je soudkovité zobrazení, které lze vidět na obrázku 3.

## 4. Literatura

[1] <http://www.physik.ewf.uni-erlangen.de/phywoe.html> – adresa pro stažení PowerPoint fólií a simulačního programu (ppt\_optik.zip, 6,2 MB)

## Vyloučení odporu vzduchu při studiu volného pádu těles

Václav Havel\*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Zapišeme-li pohybový zákon pro těleso (např. kouli) volně padající ve vzduchu, obdržíme vztah

$$m \cdot \ddot{x} = m \cdot g - \beta_1 \cdot \dot{x} - \beta_2 \cdot \dot{x}^2, \quad (1)$$

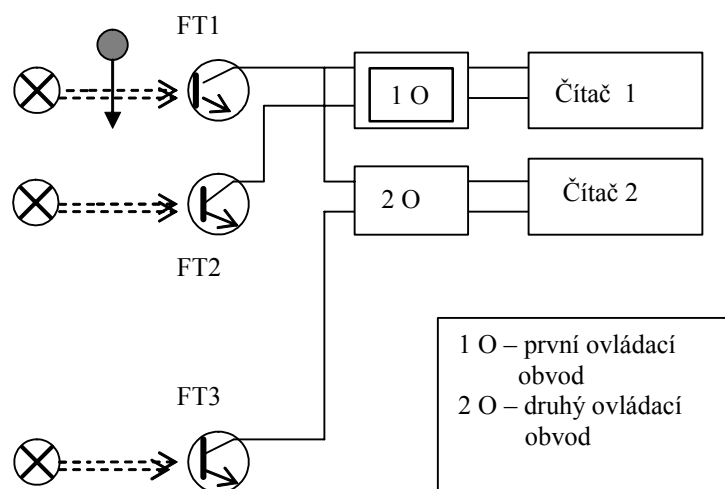
kde poslední dva členy na pravé straně představují odpor vzduchu. Osa  $x$  je orientována svisle dolů. Koeficienty  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  závisí na tvaru a velikosti tělesa. Vztah (1) vydělíme hmotností  $m$ , takže bude

$$\ddot{x} = g - \frac{\beta_1}{m} \cdot \dot{x} - \frac{\beta_2}{m} \cdot \dot{x}^2. \quad (2)$$

Předpokládejme nyní, že se hmotnost tělesa zvětšuje k nekonečnu. To bude znamenat pokles posledních dvou členů pravé strany k nule a zrychlení bude totožné s gravitačním zrychlením:

$$\ddot{x} = g. \quad (3)$$

Vlastní provedení experimentu spočívá v tom, že měření provedeme pro tři stejně velké koule zhotovené z materiálů s dosti odlišnou hustotou. Autor užil kouli z umělé hmoty ( $m = 8,08$  g), kouli hliníkovou ( $m = 24,21$  g) a kouli mosaznou ( $m = 81,69$  g). Jejich průměr se nepatrně lišil od 26 mm. Měření bylo provedeno pomocí tří světelných závor, kterými byly prostřednictvím RS klopných obvodů ovládány dva čítače. Základní uspořádání je na obr. 1.



Obr. 1

Pro dráhy  $s_1 = 20$  cm,  $s_2 = 80$  cm platí vztahy

$$\begin{aligned} s_1 &= v_0 \cdot t_1 + \frac{g}{2} \cdot t_1^2, \\ s_2 &= v_0 \cdot t_2 + \frac{g}{2} \cdot t_2^2. \end{aligned} \quad (4)$$

\* Doc. Dr. Václav Havel, CSc., havelv@kof.zcu.cz



Vynásobíme první vztah  $t_2$ , druhý  $t_1$  a výsledky odečteme. Potom snadno dostaneme

$$g = \frac{2 \cdot (s_2 \cdot t_1 - s_1 \cdot t_2)}{t_1 \cdot t_2 \cdot (t_2 - t_1)} \quad (5)$$

Naměřené výsledky jsou uvedeny v tabulce 1. V tabulce 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty vypočteného  $g$  v závislosti na  $\frac{1}{m}$  pro každou kouli. Z této tabulky sestrojíme graf a zobrazenými body proložíme přímkou. V bodě, kde tato přímka protne osu  $g$ , dostáváme hledané  $g$ . Graf je na obrázku 2.

Koule: umělá hmota, $m = 8,06 \text{ g}$ , $s_1 = 0,2 \text{ m}$ , $s_2 = 0,80 \text{ m}$					
Měř. číslo	$n_1$	$n_2$	$t_1 [\text{s}]$	$t_2 [\text{s}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
1	1 200	3 168	0,120 0	0,316 8	8,725 5
2	2 407	6 342	0,120 7	0,317 4	8,779 6
3	3 604	9 501	0,119 7	0,315 9	8,782 9
4	4 809	12 665	0,120 5	0,316 4	8,868 7
5	6 008	15 831	0,119 9	0,316 6	8,732 0
6	7 200	18 972	0,119 2	0,314 1	8,918 5
7	8 411	22 160	0,121 1	0,318 8	8,678 6
8	9 612	25 334	0,120 1	0,317 4	8,669 0
9	10 816	28 495	0,120 4	0,316 1	8,888 2
10	12 016	31 660	0,120 0	0,316 5	8,763 1
Průměr			0,120 16	0,316 6	8,780 6
Prav. ch.			0,000 34	0,000 8	0,054 5

*Tabulka 1*

Koule: hliník, $m = 24,31 \text{ g}$ , $s_1 = 0,2 \text{ m}$ , $s_2 = 0,80 \text{ m}$					
Měř. číslo	$n_1$	$n_2$	$t_1 [\text{s}]$	$t_2 [\text{s}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
1	1 180	3 082	0,118 0	0,308 2	9,472
2	2 363	6 174	0,118 3	0,309 2	9,395
3	3 539	9 249	0,117 6	0,307 5	9,489
4	4 708	12 323	0,116 9	0,307 4	9,361
5	5 885	15 403	0,117 7	0,308 0	9,439
6	7 059	18 479	0,117 4	0,307 6	9,434
7	8 226	21 541	0,116 7	0,306 2	9,487
8	9 396	24 609	0,117 0	0,306 8	9,464
9	10 572	27 685	0,117 6	0,307 6	9,475
10	11 753	30 767	0,118 1	0,308 2	9,492
Průměr			0,117 53	0,307 67	9,451
Prav. ch.			0,000 337	0,001	0,028

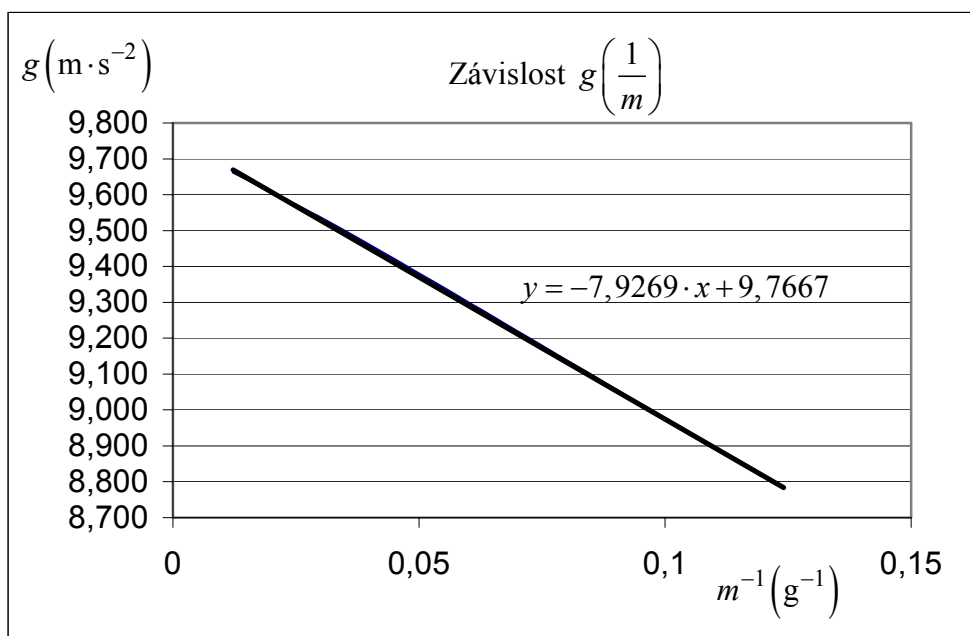
*Tabulka 1*

Koule: mosaz, $m = 81,75 \text{ g}$ , $s_1 = 0,2 \text{ m}$ , $s_2 = 0,80 \text{ m}$					
Měř. číslo	$n_1$	$n_2$	$t_1 [\text{s}]$	$t_2 [\text{s}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
1	0,117 5	0,305 8	0,117 5	0,305 8	9,708
2	0,234 3	0,610 8	0,116 8	0,305 0	9,677
3	0,352 3	0,917 8	0,118 0	0,307 0	9,640
4	0,469 7	1,223 4	0,117 4	0,305 6	9,715
5	0,588 1	1,531 1	0,118 4	0,307 7	9,622
6	0,705 5	1,836 8	0,117 4	0,305 7	9,701
7	0,823 4	2,143 9	0,117 9	0,307 1	9,605
8	0,940 0	2,448 5	0,116 6	0,304 6	9,693
9	1,057 3	2,754 0	0,117 3	0,305 5	9,709
10	1,174 8	3,060 9	0,117 5	0,306 9	9,552
Průměr			0,117 48	0,306 09	9,662
Prav. ch.			0,000 338	0,001	0,035

Tabulka 1

kulička	$m$	$m^{-1} [\text{g}^{-1}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
umělá hmota	8,06	0,124 069	8,781
hliník	24,31	0,041 135	9,451
mosaz	81,75	0,012 232	9,662

Tabulka 2



Obr. 2

Tento jednoduchý experiment umožňuje poměrně přesné měření tíhového zrychlení přímou metodou a je vhodný pro fyzikální praktikum, např. na fakultách připravujících učitele fyziky.

## Postoje a podmínky učitelů a žáků při výuce fyziky v Čechách

Gerhard Höfer\*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

### Slovo úvodem

Skutečnost, že se průměrný věk českých učitelů zvyšuje, je statisticky doložená. Méně je ovšem známo, jaká je kvalifikovanost učitelů a zda vyučují obory, které vystudovali. Je známo, že zájem mládeže o exaktní vědy klesá. Kromě toho s rozvojem užívání výpočetní techniky odešlo ze škol mnoho mladších učitelů matematiky, fyziky, výpočetní techniky i technické výchovy, kteří měli potřebné zkušenosti při práci s počítači. Dá se předpokládat, že kvalifikovanost výuky exaktních věd poklesla.

V západní Evropě i v Americe si odborníci tuto skutečnost uvědomovali již delší dobu a snažili se celou situaci co nejlépe analyzovat. V osmdesátých letech se v odborném i veřejném tisku USA množily alarmující výzkumné zprávy a analytické studie, podle nichž velká část mládeže opouští školu s nedostatečnými základy pro život a práci v technické společnosti. Bylo nebezpečí, že to ovlivní vývoj společnosti a mimo jiné i vedoucí postavení USA v přírodních vědách a jejich technických aplikacích. Proto se hledaly cesty k řešení této situace. Národní přírodovědná nadace předložila v roce 1983 široké veřejnosti podrobnou zprávu s plánem opatření pro zlepšení matematického, přírodovědeckého a technického vzdělávání žáků. Mimo jiné se zde zdůrazňuje, že „...**Přírodní vědy a technika jsou nedílnou součástí dnešního světa. Technika vyrostlá na vědeckých objevech mění a bude měnit společnost. Využívání přírodních věd ústí do sociálních důsledků, které se dotýkají každého občana. Žáci musí být připraveni tak, aby porozuměli technickým inovacím, výrobě, pozitivním i negativním vlivům techniky a aby byli schopni kritického hodnocení.**“

Také Německo se v devadesátých letech, v době strukturálních změn po svém sjednocení, začalo vážně zabývat budoucností a perspektivními požadavky na vzdělání. Byla provedena řada výzkumů, které mapovaly situaci ve výuce fyziky na všech typech škol. Německá fyzikální společnost vydala v roce 1994 memorandum „Budoucnost potřebuje fyziku – význam a perspektivy fyzikálního výzkumu.“ V memorandu se mimo jiné zdůrazňuje: „**Vysoké postavení Německa v oblasti hospodářské vyplývá především z úrovně přírodovědného výzkumu a technologie. Toto postavení předpokládá také pro budoucnost dobré vzdělávání obyvatelstva. Moderní společnost se nemůže vzdát základních znalostí fyziky, protože bez nich není možná věcná orientace a racionální postoj k vědě, technice i životnímu prostředí.**“ Celé memorandum končí apelem: „**Fyzikální výzkum vedl v minulosti při aplikaci jeho výsledků k technologickému vývoji, který se projevil hospodářským rozmachem. Dnes těžíme ze základů, které vytvořily předchozí generace, a máme morální povinnost vůči přicházejícím generacím připravit také pro ně dlouhodobé předpoklady pro nové zdroje a jejich využití.**“ Výrazem obrovského zájmu je i to, že rok 2000 byl v Německu vyhlášen „rokem fyziky“.

V České republice, kde před rokem 1990 byl kladen příliš velký důraz na matematicko-přírodovědné a polytechnické složky všeobecného vzdělání na úkor složky společenskovední, jazykové a estetické, se při oprávněné snaze o vyrovnání disproporcí váha přírodovědné složky naopak oslabila. Byl zvýšen důraz na předměty humanitního zaměření a zaostávající výuku cizích jazyků. Přírodní vědy si za této situace hledají nové místo ve všeobecném vzdělávání. Tomuto hledání však musí předcházet **rozsáhlá analýza stavu výuky fyziky na základních a středních školách.**

Závažnost tohoto úkolu si uvědomuje většina oborově zaměřených didaktických pracovišť fyziky v Čechách. Skupina didaktiků fyziky na Západočeské univerzitě v Plzni ve spolupráci s Fyzikálně pedagogickou sekcí JČMF a Českou školní inspekcí připravila projekt pro vý-

\* PaedDr. Gerhard Höfer, CSc., hofer@kof.zcu.cz

zkum stavu výuky fyziky na základních a středních školách. Autoři projektu se rozhodli provést dotazníkové šetření mezi učiteli fyziky základních a středních škol, jehož cílem bude získat odpověď na řadu otázek: jaká je věková struktura učitelů fyziky, délka praxe, sociální podmínky, metody výuky, užívání a hodnocení učebnic fyziky, užívání učebních pomůcek a multimediální techniky atd. Některé části dotazníku bude možné porovnat s výsledky obdobných výzkumů v cizině.

### **Projekt se skládá ze tří částí:**

1. Dotazníku pro učitele fyziky základních a středních škol a záznamového listu,
2. Dotazníku pro žáky základních a středních škol a záznamového listu,
3. Doplňujících údajů k žákovskému dotazníku (spojeno se záznamovým listem).

### **Projekt byl rozvržen do několika časových etap:**

- |                                                                                      |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. etapa – tvorba testů a jejich oponentur                                           | rok 2001    |
| 2. etapa – pilotní projekt v Západočeském kraji, Karlovarském kraji a Pražském kraji | jaro 2002   |
| 3. etapa – analýza pilotního projektu, tisk testů                                    | podzim 2002 |
| 4. etapa – zadávání dotazníků ČŠI v jednotlivých krajích ČR                          | jaro 2003   |
| 5. etapa – zakládání dat do elektronické podoby                                      | podzim 2003 |
| 6. etapa – analýza dat, vydání závěrečné zprávy                                      | rok 2004    |

### **Metodika zadávání testů**

Testy jsou zadávány Českou školní inspekcí v jednotlivých krajích a to tak, že do výzkumu zahrnuje v každém kraji:

*Na základní škole:*

1 % všech šestých tříd, 1 % všech sedmých tříd, 1 % všech osmých tříd a 1 % všech devátých tříd. To je v kraji přibližně 4 třídy v každém ročníku.

*Na osmiletém gymnáziu:*

4 % všech tříd v každém ročníku, tj. v primě, sekundě, ..., oktávě. To je v každém kraji přibližně 1 třída v každém ročníku.

*Na čtyřletém gymnáziu:*

4 % všech tříd v každém ročníku. To je v každém kraji přibližně 1 třída v ročníku.

*Na ostatních středních odborných školách:*

Přibližně 6 tříd, ve kterých se vyučuje fyzika.

**Do výzkumu bude zapojeno přibližně 16 000 žáků a 1 500 učitelů základních a středních škol.**

**Dotazník pro žáky základních a středních škol v České republice**

- 1) Zapište číslem do záznamového listu, zda jste 1...chlapec / 2...dívka
- 2) Vyhledejte v následující tabulce interval, ve kterém leží váš průměr známek ze všech předmětů na vysvědčení za poslední klasifikační období a číslo, které je před tímto intervalem, zapište do záznamového listu:

1	1,00–1,50	2	1,51–2,00	3	2,01–2,50	4	2,51–3,00	5	3,01 a více
---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-------------

- 3) Napište do záznamového listu známku z fyziky na posledním vysvědčení.
- 4) Do tabulky v záznamovém listu vyznačte u každého předmětu dvě číslice. První číslicí označíte (a) jak ho máte v oblibě, druhou (b) jak je pro vás obtížný – **podle stupnice:**

krajně neoblíbený			středně (ne)oblíbený			velmi oblíbený
0	1	2	3	4	5	6

krajně obtížný			středně obtížný			naprosto snadný
6	5	4	3	2	1	0

- 5) Jak se těšíte na hodiny fyziky? V záznamovém listu použijte odpovídající číslici v rozsahu
- |                      |                   |          |                     |                        |
|----------------------|-------------------|----------|---------------------|------------------------|
| 4: rozhodně se těším | 3: spíše se těším | 2: nevím | 1: spíše se netěším | 0: rozhodně se netěším |
|----------------------|-------------------|----------|---------------------|------------------------|

- 6) Jaká forma prověřování vědomostí vám nejvíce vyhovuje (pokud vám vyhovuje jiná forma, zapište ji do záznamového listu)?

1: ústní zkoušení	2: písemné zkoušení	3: zkoušení formou testů	4: jiná forma	5: je mi to jedno
-------------------	---------------------	--------------------------	---------------	-------------------

- 7) Do tabulky záznamového listu zapište číslicí 1–6 a) oblíbenost, b) četnost výskytu různých náplní částí hodiny fyziky. Pokud máte v hodině fyziky nejvíce v oblibě jinou činnost, doplňte ji i její výskyt do záznamového listu. Použijte obdobné stupnice jako v otázce 4:

krajně neoblíbená			středně (ne)oblíbená			velmi oblíbená
0	1	2	3	4	5	6

nikdy			v 50% všech hodin			každou hodinu
0	1	2	3	4	5	6

V následujících otázkách vyberte číselný kód odpovědi podle uvedené stupnice a zapište do záznamového listu:

vůbec mě to nezajímá						velmi mě to zajímá
0	1	2	3	4	5	6

- 8) Když učitel provádí, v hodinách fyziky pokusy, ...
- 9) Když v hodinách fyziky sami provádíme pokusy, ...
- 10) Jak vás zajímá fyzikální teorie (zákony, veličiny a jejich jednotky...)?
- 11) Jak vás zajímají praktické aplikace fyziky v denním životě (různé druhy strojů, přístrojů, předměty v domácnosti)?

- 12) Učebnici fyziky si na vyučování nosím

vždy						nikdy (zůstává doma)	vůbec nepoužíváme učebnici
6	5	4	3	2	1	0	9

Pokud jste odpověděli číslicí 9, přejděte k otázce 20

- 13) Ohodnoťte na stupnici 0–6 kvalitu vámi používané učebnice fyziky (poutavost, obrázky, úpravu, srozumitelnost, ...):

nevyhovující						výborná
0	1	2	3	4	5	6

- 14) Zapište do záznamového listu, co byste na vaší učebnici fyziky doporučili zlepšit

- 15) Jak často používáte při domácí přípravě učebnici fyziky?

nikdy	téměř nikdy	.....	.....	.....	téměř vždy	vždy
0	1	2	3	4	5	6

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky

16) Popište, jak nejčastěji pracujete v hodinách fyziky s učebnicí (pokud v hodinách fyziky pracujete nejčastěji jiným způsobem, запиšte tuto činnost do záznamového listu):

- 1 řešíme úlohy z učebnice
- 2 provádíme pokusy podle návodů z učebnice
- 3 samostatně studujeme kapitoly z učebnice a děláme si výpisky do sešitu
- 4 samostatně studujeme kapitoly z učebnice a neděláme si výpisky do sešitu
- 5 pozorujeme a popisujeme obrázky v učebnici
- 6 využíváme učebnici k jiným činnostem (v záznamovém listu upřesněte)
- 7 v hodinách fyziky žádnou učebnici nepoužíváme

Pokud jste odpověděli číslicí 7, přejděte k otázce 20

V následujících otázkách (až do otázky 21 včetně) vyberte číselný kód odpovědi podle uvedené stupnice a запиšte do záznamového listu. „Vždy“ znamená (na) každou hodinu.

nikdy		....	v ½ případů	....		vždy
0	1	2	3	4	5	6

17) Jak často řešíte úlohy uvedené v učebnicích?

18) S učebnicí fyziky pracujeme v hodinách fyziky samostatně ( sami si danou látku přečteme a provedeme výpisky, o přečteném už v téže hodině nediskutujeme)

19) S učebnicí fyziky pracujeme v hodinách fyziky samostatně ( sami si danou látku přečteme, provedeme výpisky a na závěr o látce diskutujeme)

20) Jak často se připravujete na hodiny fyziky doma (použijte ještě tabulku nad otázkou 17)

21) Jak často používáte doma své poznámky pro fyziku? (viz ještě tabulka nad otázkou 17)

22) Popište, jak si nejčastěji děláte poznámky pro učení se fyzice (pokud provádíte zápis poznámek jiným způsobem, запиšte tuto činnost do záznamového listu):

- 1 učitel nám poznámky diktuje
- 2 zapisujeme si vše podle učitele, který píše poznámky na tabuli (promítá na stěnu...)
- 3 zapisujeme si podle učitele, který část zápisů provádí sám; část poznámek si vypisujeme sami z učebnice
- 4 píšeme si poznámky zcela samostatně na základě výkladu učitele
- 5 všechny poznámky si sami vypisujeme z učebnice ve škole
- 6 poznámky si sami vypisujeme z učebnice doma
- 7 pořizujeme si poznámky jinak (v záznamovém listu upřesněte)
- 8 písemné poznámky si neděláme

23) Kdo vám s domácí přípravou na hodiny fyziky pomáhá (v případě časté pomoci jiné osoby napište do záznamového listu, kdo je tato osoba – strýc, soused, ...)?

- |              |                          |
|--------------|--------------------------|
| 1 rodiče     | 2 prarodiče              |
| 3 sourozenci | 4 spolužáci              |
| 5 kamarád/ka | 6 učitelka, vychovatelka |
| 7 jiná osoba | 8 nikdo                  |

24) Provádíte sami doma nebo v přírodě fyzikální pozorování nebo pokusy?

nikdy						velmi často
0	1	2	3	4	5	6

25) Podle následujícího seznamu запиšte do záznamového listu číslicí všechny populární přírodovědecké časopisy nebo jiné informační zdroje, které čtete a sledujete (v případě používání jiných informačních zdrojů, uveďte do záznamového listu, jaké):

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1 Věda, technika a my          | 2 Matematika, fyzika a informatika |
| 3 Školská fyzika               | 4 Rozhledy MF                      |
| 5 jiné přírodovědecké časopisy | 6 různé encyklopedie               |
| 7 přírodovědné programy v TV   | 8 fyzikální stránky na Internetu   |
| 9 jiné informační zdroje       | 10 nic nečtu ani nesleduji         |

26) Jaký je váš názor na potřebnost a užitečnost fyziky a techniky?

- 1 bez fyziky a techniky by současný život nebyl možný
- 2 fyzika a technika nám pouze zpřijemňují život, mohli bychom se ale bez nich obejít
- 3 fyzika a technika má na život spíše záporný než kladný vliv
- 4 jsem zásadně proti fyzice a technice

- 27) Četli jste v poslední době nějakou populární přírodovědeckou literaturu? Zapište čísla všech otázek, pro něž je vaše odpověď kladná:
- 1 knihu, která popisuje životopis některého přírodovědce
  - 2 populární knihu o astronomii
  - 3 populární knihu o ostatních oborech fyziky
  - 4 jinou přírodovědeckou literaturu: jakou?
  - 5 nečetl jsem žádnou
- 
- 28) Uvažujete o vašem budoucím profesionálním zaměření v oblasti matematiky nebo přírodních věd (fyziky, chemie, biologie, ...)?
- 1 jsem výrazně orientován na přírodní vědy a na matematiku
  - 2 mohl by to být jeden z možných směrů mého dalšího studia
  - 3 zatím nejsem rozhodnut
  - 4 spíše ne
  - 5 rozhodně ne
- 
- 29) Z následujícího seznamu povolání vyberte to, které je podle vás společností nejvíce váženo (v případě jiného povolání upřesněte v záznamovém listu jaké):
- |           |           |         |                |           |          |
|-----------|-----------|---------|----------------|-----------|----------|
| 1 právník | 2 ekonom  | 3 lékař | 4 podnikatel   | 5 herec   | 6 učitel |
| 7 voják   | 8 politik | 9 vědec | 10 překladatel | 11 umělec | 12 jiné  |
- 
- 30) Zapište do záznamového listu číslem: To, co se učím ve fyzice, budu v životě potřebovat.
- |                        |                     |         |                   |                      |
|------------------------|---------------------|---------|-------------------|----------------------|
| 0 rozhodně nesouhlasím | 1 spíše nesouhlasím | 2 nevím | 3 spíše souhlasím | 4 rozhodně souhlasím |
|------------------------|---------------------|---------|-------------------|----------------------|

### **Doplňující údaje k žákovskému dotazníku – záznamový list**

(vyplňuje učitel fyziky nebo osoba, která dotazník zadává)

- 31) Vypište do rámečku typ školy, ve kterém se žákovský dotazník zadává (základní škola, 4-leté gymnázium, 8-leté gymnázium, SOŠ technického směru, SOŠ netechnického směru, SOU (neuvádějte „integrováná škola“...):
- typ školy:
- 32) Vypište do rámečku rok vzdělávání, ve kterém se žákovský dotazník zadává. U víceletých gymnázií připište slovní název – prima, sekunda, ...):
- ročník:
- 33) Upřesněte velikost místa školy zakroužkováním příslušného místa:
- |                                              |                                             |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 Praha                                      | 2 sídlo s více než <b>100 000</b> obyvateli |
| 3 sídlo od <b>50 000</b> do 100 000 obyvatel | 4 sídlo od <b>10 000</b> do 50 000 obyvatel |
| 5 sídlo od <b>5 000</b> do 10 000 obyvatel   | 6 sídlo od <b>1 000</b> do 5 000 obyvatel   |
| 7 sídlo do <b>1 000</b> obyvatel             |                                             |
- 34) Jste v dané třídě učitelem fyziky? Zakroužkujte správnou odpověď:      ano /  ne
- 35) Označte údaj o učiteli fyziky, který v dané třídě učí, zakroužkováním příslušného čísla:
- |       |        |
|-------|--------|
| 1 muž | 2 žena |
|-------|--------|
- 36) Udejte věk učitele fyziky, který v dané třídě učí:
- 37) Upřesněte údaj o učebnici fyziky, která se v dané třídě používá (pokud se používá více učebnic, vypište je v pořadí od nejdůležitější):
- |    | Autor | Název učebnice | Rok vydání |
|----|-------|----------------|------------|
| 1. |       |                |            |
| 2. |       |                |            |
| 3. |       |                |            |

### **Dotazník pro učitele fyziky základních a středních škol v České republice**

#### **I. Osobní údaje**

Zapište do záznamového listu, zda jste

1...muž /

2...žena

Uveďte do záznamového listu svůj věk

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky

Podle následujícího seznamu označte v záznamovém listu číslem 1–15 kraj, v němž vyučujete

1. Praha	7. České Budějovice	12. Brno
2. Střední Čechy	8. Liberec	13. Olomouc
4. Plzeň	9. Hradec Králové	14. Ostrava
5. Karlovy Vary	10. Pardubice	15. Zlín
6. Ústí nad Labem	11. Jihlava	

Označte v záznamovém listu vysokou školu, na které jste získal(a) učitelskou kvalifikaci (popř. jinou kvalifikaci):

- |                                 |                                                |
|---------------------------------|------------------------------------------------|
| 1 vysoká škola pedagogická      | 5 přírodovědecká fakulta                       |
| 2 pedagogický institut          | 6 neučitelské vzdělání vysokoškolské           |
| 3 pedagogická fakulta           | 7 pouze středoškolské vzdělání                 |
| 4 matematicko-fyzikální fakulta | 8 jiná vysoká škola (doplňte do záznam. listu) |

Vyznačte v záznamovém listu, jakou aprobační kombinaci jste vystudoval(a):

- |                               |                                              |
|-------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 fyzika – matematika         | 4 fyzika – jiný předmět                      |
| 2 fyzika – chemie             | 5 aprobační kombinace bez fyziky             |
| 3 fyzika – výpočetní technika | 6 neučitelské studium vysokoškolské          |
|                               | 7 pouze maturita nebo vyšší odborné vzdělání |

Zapište do záznamového listu druh školy, kde převážně vyučujete (základní škola, čtyřleté gymnázium, šestileté gymnázium, osmileté gymnázium, SOŠ technického směru, SOŠ netechnického směru, SOU, jiný druh školy...)

## II. Názory na výuku fyziky

Jak často zařazujete historické prvky (např. historii významných objevů, vyprávění o práci slavných fyziků, vývoj fyzikálních oborů atd.) do vyučování fyziky? Zaznamenejte do záznamového listu svou odpověď číslem na stupnici mezi 0 a 6 podle tabulky

nikdy	téměř nikdy	...	...	...	téměř vždy	vždy
0	1	2	3	4	5	6

Jak náročná by měla být vyučovací hodina?

- 1 nenáročná hodina
- 2 náročná hodina s chvilkami oddechu
- 3 náročná hodina, kterou žáci jako náročnou nevnímají
- 4 náročná hodina, vnímaná jako taková i žáky
- 5 jiná vyučovací hodina

V případě odpovědi označené jako (5) hodinu v záznamovém listu stručně charakterizujte. Komentář můžete doplnit, i když odpovíte číslem 1–4.

Jak aktivně projevují vaši žáci zájem o porozumění přírodním jevům (především z hlediska jejich fyzikálního chápání)?

- 0 nejví zájem, po navození problému učitelem odmítají diskutovat
- 1 jeví malý zájem, po navození problému učitelem se zapojují do diskuse jen zřídka
- 2 jeví občasný zájem, po navození problému učitelem se rádi zapojují do diskuse
- 3 jsou velmi aktivní, sami v hodinách kladou otázky a diskutují o přírodních jevech

Integraci přírodovědného vyučování (mezipředmětové vazby) je třeba:

- 1 posilovat a pronikat prostřednictvím týmové práce učitelů i do jiných předmětů
- 2 posilovat za cenu částečného omezení fyzikální výuky.
- 3 posilovat a udržet rovnováhu mezi přístupy označenými výše jako 1 a 2
- 4 posilovat v rámci dané širší odborné fyzikální výuky
- 5 ponechat v dosavadním rozsahu
- 6 omezit na minimum

Do tabulky v záznamovém listu odhadněte procentový podíl typů úloh, které nejčastěji řešíte (celkem 100%):

jednoduché výpočtové	složitější výpočtové
jednoduché úvahové	složitější úvahové

Do tabulky v záznamovém listu uveďte, jak by měly být mezi pokusy prováděnými učitelem zastoupeny pokusy (celkem 100%)

objevitelské	ověřovací	motivační	ilustrující	duplikační
--------------	-----------	-----------	-------------	------------



Zapište číslo odpovídající míře vašeho souhlasu s názorem, že učitel by se měl v hodinách fyziky snažit o usměrňování zájmu žáků na studijní obory s přírodovědným zaměřením:

0: rozhodně nesouhlasím    1: spíše nesouhlasím    2: nevím    3: spíše souhlasím    4: rozhodně souhlasím

Je důležitější předávat žákům představu o logické struktuře a systému fyziky, než pouze vyžadovat znalost údajů (vzorců, přesných formulací zákonů a definic, atd.)

0: rozhodně nesouhlasím    1: spíše nesouhlasím    2: nevím    3: spíše souhlasím    4: rozhodně souhlasím

Do tabulky v záznamovém listu odhadněte procentový podíl částí vaší vyučovací hodiny, který nejčastěji používáte, případně doplňte jiný způsob výuky (vše dohromady = 100%)

Do záznamového listu zapište, jak často provádíte demonstrační pokusy z fyziky. Použijte kódů podle tabulky

nikdy	téměř nikdy	...	...	...	téměř vždy	vždy
0	1	2	3	4	5	6

Stejným způsobem zapište, jak často provádíte žákovské frontální pokusy z fyziky.

Jaký je váš názor na potřebnost modernizace obsahu výuky fyziky?

- 1 je třeba modernizovat celou výuku fyziky
- 2 je třeba modernizovat pouze některé partie učiva fyziky
- 3 obsah výuky fyziky není třeba v současnosti modernizovat

Do tabulky v záznamovém listu zapište skutečnou hodinovou dotaci fyziky v jednotlivých ročnících na vaší škole

Do tabulky v záznamovém listu zapište hodinovou dotaci fyziky, kterou byste považoval(a) za optimální v daných ročnících.

Do tabulky v záznamovém listu zapište počet hodin laboratorních prací, které absoluuje žák během roku v jednotlivých ročnících.

### III. Učebnice fyziky

Do záznamového listu vypište učebnice fyziky, které používají žáci, nebo které jim doporučujete (první jméno v autorském kolektivu, název učebnice, rok vydání) a zakroužkujte číslo té učebnice, kterou s žáky používáte nejraději:

V následujících otázkách zapište do záznamového listu číslo Vaší odpovědi podle uvedené stupnice:

0: rozhodně nesouhlasím    1: spíše nesouhlasím    2: nevím    3: spíše souhlasím    4: rozhodně souhlasím

Učebnice může výuku svým textem i obrázky podstatně obohatit.

Učebnice pomáhá učitelům při zavádění odborné fyzikální terminologie (fyzikálních pojmů, definic a zákonů, jednotek atd.).

Žáci musí být vedeni k samostatné práci s učebnicí fyziky ve výuce.

Učebnici používám pouze jako sbírku úloh.

Pomocí učebnice může být vyučovací čas lépe využit.

Struktura učebnice omezuje volnost tvorby a plánování vyučovací hodiny.

Výsledky pokusů mají být dopracovány až ve výuce a ne popsány v učebnicích.

Experimenty zcela vyplňují výuku fyziky. Na používání učebnice nezbývá čas.

Ručně psané poznámky v hodinách fyziky jsou pro domácí přípravu žáka lepší, než práce s učebnicí.

V následujících otázkách vyberte číselný kód odpovědi podle uvedené stupnice a zapište do záznamového listu:

nikdy	téměř nikdy	...	...	...	téměř vždy	vždy
0	1	2	3	4	5	6

Učebnice fyziky používám při přípravě na vyučování.

Používám i další fyzikální literaturu.

Ve svém vyučování se přidržuji struktury zavedené učebnice.

Podle návodů v učebnici sestavuji a provádím pokusy.

Úlohy uvedené v učebnici žáci řeší při vyučování.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky

Vhodné části jednotlivých kapitol žáci čtou a diskutují o nich.

Obrázky v učebnicích žáci pozorují, popisují a diskutují o nich.

Žáci si nosí učebnice fyziky na vyučování.

Žáci řeší z učebnice fyziky domácí úlohy.

Žáci si doma opakují a prohlubují vysvětlenou látku pomocí učebnice.

V hodinách i domácí přípravě žáků používáme sbírku úloh z fyziky.

V hodinách i v domácí přípravě žáků používáme matematicko-fyzikální tabulky.

V následujících otázkách запиšte do záznamového listu číslo Vaší odpovědi podle uvedené stupnice:

0: rozhodně nesouhlasím 1: spíše nesouhlasím 2: nevím 3: spíše souhlasím 4: rozhodně souhlasím

Učebnice odpovídá mým osobním vyučovacím metodám.

Učebnice obsahuje příklady použití fyziky v technické praxi v dostatečném množství.

Učebnice by měla obsahovat vhodná shrnutí jednotlivých témat.

Učebnice obsahují dostatek vhodných úloh na procvičování.

Učebnice je vhodná pro mimoškolní přípravu žáků.

Text v učebnicích fyziky je pro mé žáky srozumitelný.

Předpokládané matematické znalosti, které se v učebnici používají, jsou pro žáky přiměřeně odpovídající.

Do záznamového listu vypište podle následujícího seznamu číslice označující časopisy, které používáte k přípravě a ve výuce (můžete zapsat i více číslic):

1 Věda, technika a my

2 Vesmír

3 Školská fyzika

4 Matematika, fyzika a informatika

5 Rozhledy matematicko-fyzikální

6 jiný časopis (doplňte do záznam. listu, jaký)

7 nepoužívám žádný odborný časopis

### IV. Fyzikální pokusy. Učební pomůcky

V následujících otázkách vyberte číselný kód odpovědi podle uvedené stupnice a запиšte jej do záznamového listu:

<i>nikdy</i>	<i>téměř nikdy</i>	...	...	...	<i>téměř vždy</i>	<i>vždy</i>
0	1	2	3	4	5	6

Pomáhají vám žáci při přípravě demonstračních pokusů před hodinou fyziky?

Pomáhají vám žáci při demonstracích v hodinách fyziky?

V jakých prostorách se ve vaší škole vyučuje fyzika?

1 v samostatné odborné pracovně pro fyziku

2 v odborné pracovně pro fyziku a další vyučovací předměty

3 jedna z kmenových tříd je zároveň odbornou pracovním pro fyziku

4 pro fyziky není vymezena učebna

V dalších otázkách odpovězte vždy jednou z variant

1: naprostý nedostatek 2: větší část pomůcek chybí 3: některé pomůcky chybí 4: v dostatečném množství

Jak je zásoben váš kabinet fyziky učebními pomůckami?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z mechaniky?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z molekulové fyziky a termiky?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z kmitů, vlnění, akustiky?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z elektřiny a magnetismu?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z optiky?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z astronomie?

Jak jsou v kabinetu fyziky zastoupeny pomůcky pro pokusy z jaderné fyziky?

Vyrábíte si některé jednoduché učební pomůcky sami?

nikdy	téměř nikdy	...	...	...	téměř neustále	neustále
0	1	2	3	4	5	6

**V. Obecné otázky**

Na následující otázky odpovězte do záznamového listu na škále

<i>zcela nepřipraven</i>						<i>výborně připraven</i>
0	1	2	3	4	5	6

Jak jste byl(a) před nástupem do učitelského místa připraven(a) po stránce odborné?

Jak jste byl(a) před nástupem do učitelského místa připraven(a) po stránce didaktické?

Jak jste byl(a) před nástupem do učitelského místa připraven(a) na provádění školních fyzikálních pokusů?

Jak jste byl(a) před nástupem do učitelského místa připraven(a) na řešení složitých pedagogických situací?

Označte do záznamového listu třemi čísly tři nejdůležitější oblasti, které by při dalším vzdělávání učitelů neměly chybět:

- 1 opakování a prohlubování poznatků z různých disciplin fyziky
- 2 věnování se didaktickým otázkám
- 3 věnování se metodám diagnostiky
- 4 provádění školních pokusů, laboratorních prací
- 5 využívání počítačů, internetu při výuce
- 6 seznamování se s novými poznatky fyziky
- 7 věnování se pedagogicko psychologickým problémům výuky

Jste spokojen(a) se svým povoláním učitele (učitelky) fyziky?

0: rozhodně ne	1: spíše ne	2: nevím	3: spíše ano	4: rozhodně ano
----------------	-------------	----------	--------------	-----------------

Zvolil(a) byste opět profesionální dráhu učitele (učitelky) fyziky, pokud byste měl(a) možnost znovu volit své životní povolání?

0: rozhodně ne	1: spíše ne	2: nevím	3: spíše ano	4: rozhodně ano
----------------	-------------	----------	--------------	-----------------

Zapište do záznamového listu, jaká je podle Vás společenská prestiž učitelů:

0: rozhodně nízká	1: spíše nízká	2: nevím	3: spíše vysoká	4: rozhodně vysoká
-------------------	----------------	----------	-----------------	--------------------

Zapište do záznamového listu, zda se atmosféra škol se po roce 1989 podle Vás:

0: výrazně zhoršila	1: spíše zhoršila	2: asi nezměnila	3: spíše zlepšila	4: rozhodně zlepšila
---------------------	-------------------	------------------	-------------------	----------------------

Zapište do záznamového listu, zda se studijní aktivita žáků po roce 1989 podle Vás:

0: výrazně zhoršila	1: spíše zhoršila	2: asi nezměnila	3: spíše zlepšila	4: rozhodně zlepšila
---------------------	-------------------	------------------	-------------------	----------------------

Spolupráci učitele (učitelky) fyziky s ostatními učiteli pro zlepšení celkové práce školy považují za

0: zásadně nepotřebnou	1: spíše nepotřebnou	2: nevím, neuvažuji o tom	3: spíše potřebnou	4: zásadně potřebnou
------------------------	----------------------	---------------------------	--------------------	----------------------

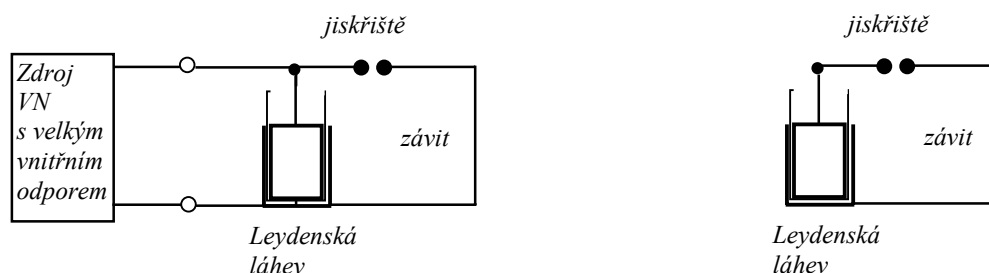
Pokud jste odpověděl(a) číslicí 3, 4 – kde či v čem spatřujete hlavní smysl této spolupráce?

## Elektromagnetická vlna na vedení a v prostoru

Josef Hubeňák\*, Jiří Hubeňák\*\*, Univerzita Hradec Králové

Přímé smyslové vnímání fyzikálních objektů stojí na počátku fyzikálního vzdělání žáka základní školy i středoškolského studenta a učitel, má-li tuto možnost, vloží do výuky demonstrační experiment. Je výhodné pozvat žáky k demonstrační sestavě a nechat je samostatně experimentovat a jen pomáhat s formulací popisu pozorování. Při studiu elektromagnetického vlnění lze využít autory vyvinutou soupravu. Z hlediska historie fyzikálního poznání je tato oblast zvláště zajímavá.

Poznatky z oblasti elektromagnetických jevů byly vzájemně propojeny v ucelenou teorii v 50. a 60. letech 19. století. Zásahu na tom má především James Clerk Maxwell, skotský fyzik (narozen 13. 11. 1831, zemřel 5. 11. 1879), který byl profesorem na univerzitě v Aberdeenu, na King's College v Londýně a v Cambridgi a také členem Královské společnosti v Londýně. Jeho předpověď existence elektromagnetické vlny byla výsledkem ryze teoretickým a jedním z podstatných výsledků jeho výpočtů byla číselná hodnota rychlosti šíření elektromagnetických vln ve vakuu, přičemž v jeho době nikdo experimentálně elektromagnetickou vlnu neobjevil. Hodnota souhlasila se známou rychlostí šíření světla a Maxwell byl tak prvním fyzikem, který si uvědomoval, že světlo je také elektromagnetické vlnění. Laboratorně prokázal existenci elektromagnetického vlnění až Heinrich Hertz v roce 1887. Prvními zdroji elektromagnetických vln byly obvody s jiskřičkou, leydenskou láhví a jedním závitem:



Obr. 1

Po nabití kondenzátoru – leydenské láhve – dojde k přeskoku jiskry a v obvodu  $LC$ , který je tvořen leydenskou láhví a závit, vzniknou na okamžik tlumené kmity. Odsud se do okolí šíří elektromagnetické vlnění a obdobný obvod s jiskřičkou, stejným závit a kondenzátorem se rozkmitá rezonančně tak, že lze pozorovat jiskru. Tyto experimenty pocházejí od anglického fyzika Lodge a podobné soupravy se ještě najdou v kabinetech fyziky. Ještě před objevem elektronky (přesněji triody) vyvinul Ernst Lecher metodu měření vlnové délky elektromagnetické vlny. Profesor Lecher (1856–1926) působil na německé technice v Praze a později ve Vídni a jeho měření vlnové délky je známé od roku 1889.

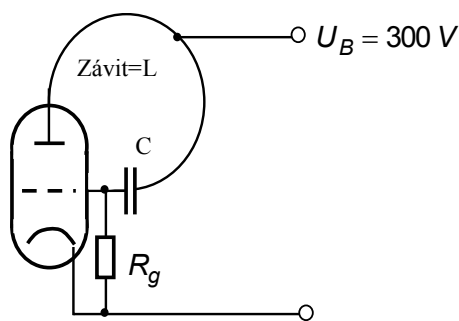
S elektronkami vznikly oscilátory netlumených elektromagnetických kmitů a ve sbírkách najdeme oscilátory z dvacátých a třicátých let minulého století. Zapojení s jednou triodou je velmi jednoduché:

Připojením zdroje napětí vzniknou v obvodu  $LC$  vysokofrekvenční kmity a trioda připojená k obvodu  $LC$  část energie kmitů odebere, zesílí a vrátí do obvodu.

Demonstrační oscilátory s elektronkami pracují na frekvencích od 80 do 450 MHz a ještě jsou v kabinetech fyziky. Mají v sobě kouzlo technické historie, ale jsou napájeny napětím, které již není bezpečné a jsou kmitočtově nestabilní.

\* Doc. RNDr. Josef Hubeňák, CSc., josef.hubenak@uhk.cz

\*\* RNDr. Jiří Hubeňák, Ph.D., hubenak@ttnet.cz



Obr. 2

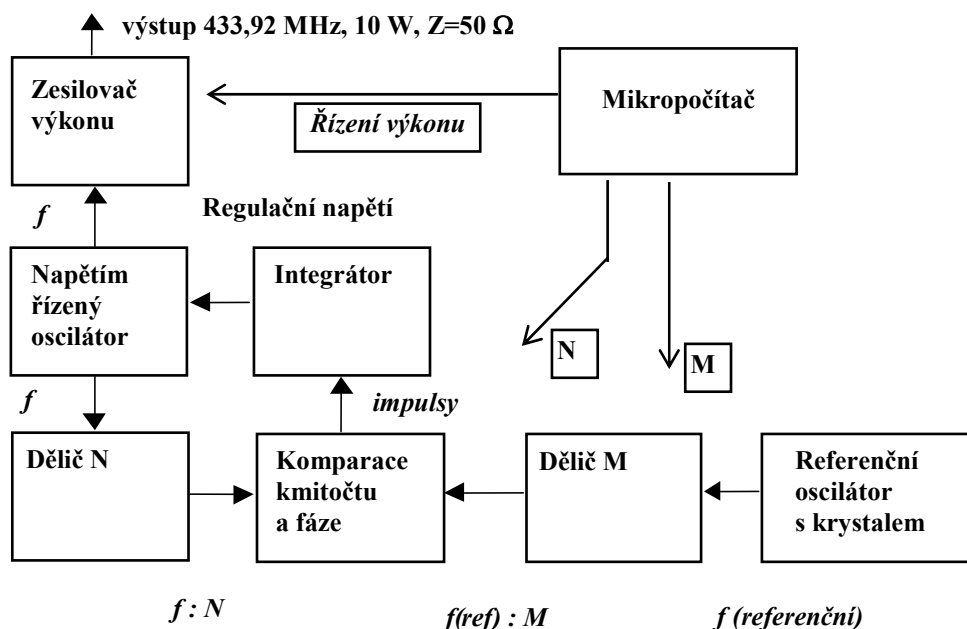
Problém je s volbou frekvence: frekvenční pásma jsou plně obsazena a pro medicínské, technologické a experimentální účely jsou použitelné jen přesně vymezené intervaly frekvencí. Pro experimenty se z hlediska vlnové délky a rozměrů zařízení hodí interval 430 až 440 MHz, který je přidělen radioamatérům. Vysokofrekvenční signál s malým výkonem na frekvenci 433,92 MHz je používán běžně pro bezdrátové zvonky, dálkové ovládání spotřebičů a v zabezpečovacích systémech a pokud jej pro Lecherovo vedení použijeme bez jakékoliv modulace, nedojde k ohrožení nějakého významného rádiového spoje.

$$\text{Vlnová délka } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{433,92 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}} = 0,691 \text{ m}$$

se „vejde“ na Lecherovo vedení o délce

2,1 m třikrát, půlvlnný dipól má délku 34,6 cm a čtvrtvlnný dipól jen 17,3 cm. To vše jsou rozměry vhodné pro učebnu a demonstraci základních jevů.

Chceme se obejít bez detekce, citlivých mikroampérmetrů a zesilovačů, a proto je potřebný vysokofrekvenční výkon několika wattů. Dále je nutné udržet konstantní frekvenci signálu a zařízení napájet ze zdroje malého napětí. (Elektronkové generátory se zdroji 300 V byly určeny jen pro učitele!) Takové požadavky splňuje polovodičový vysokofrekvenční zdroj, jehož blokové schéma je na obr. 3:



Obr. 3

Bezpečný vysokofrekvenční generátor na frekvenci 433,920 MHz s výstupním výkonem 10 W osazený moderními polovodiči má napájecí napětí pouze 13,8 V a kmitočtovou stabilitu

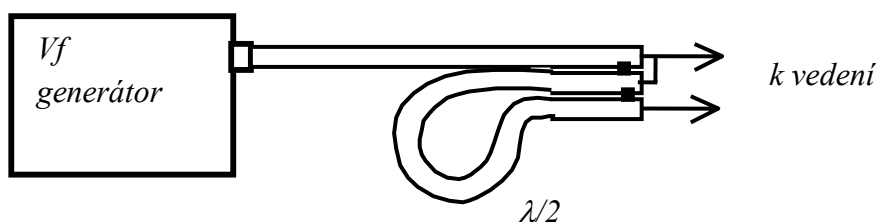
zaručuje obvod fázového závěsu, řízený mikropočítačem. Výkon lze přepnout na 50 % a 100 %, což je výhodné u některých experimentů.

Funkce systému spočívá na porovnávání kmitočtů, získaných na výstupech dvou děličů frekvencí. Pokud se nerovnejí, tj.  $\frac{f}{N} \neq \frac{f(ref)}{M}$ , jsou na výstupu komparátoru přítomny impulsy, ty se v integrátoru přemění na stejnosměrné napětí, které mění kmitočet oscilátoru, až dosáhne požadované hodnoty.

Lecherovo vedení tvoří dvě měděné trubičky o průměru 6 mm a jejich osy jsou vzdáleny

35 mm. Impedance vedení  $Z = \frac{U_m}{I_m} = 372 \cdot \frac{\ln \frac{d-r}{r}}{\pi} = 280 \Omega$  je vyšší než impedance na výstu-

pu zdroje a navíc je třeba z nesymetrického signálu vytvořit signál symetrický. K tomu se dobře hodí půlvlnná smyčka z koaxiálního kabelu s impedancí 50  $\Omega$ .



Obr. 4: Přizpůsobení generátoru a Lecherova vedení

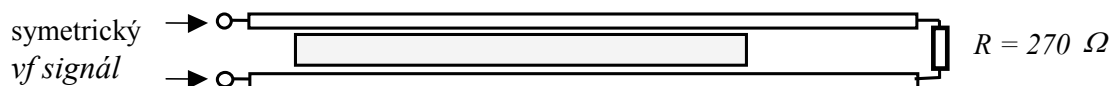
Koaxiální kabel RG 58 má impedanci 50  $\Omega$  a činitel zkrácení  $k = 0,66$ , takže geometrická délka smyčky pro daný kmitočet je 22,8 cm. Funkce přizpůsobení je zřejmá: vlna od vstupu do smyčky se zpozdí na výstupu ze smyčky o  $\frac{T}{2}$  a než se objeví na výstupu smyčky kladná výchylka napětí, přichází po koaxiálu od zdroje již výchylka záporná. Napětí mezi výstupními vodiči je nyní dvojnásobné a stejný výkon bude přenášen při polovičním proudu; impedance na výstupu je čtyřnásobkem impedance koaxiálního kabelu. Přizpůsobení není zcela dokonalé, ale pro následující experimenty vyhovuje.

## Popis experimentů

### 1. Postupná vlna na vedení

Na výstup generátoru připojíme koaxiální kabel se symetrizační smyčkou a připojíme Lecherovo vedení. Na konec vedení zapojíme zatěžovací odpor a do stojánků položíme zářivku bez kovových konců. Zářivku umístíme blíže k symetrizační smyčce.

Výkon generátoru nastavíme na 100 % a po zapnutí stejnosměrného zdroje zapálíme výboj v zářivce piezoelektrickým zapalovačem. Zářivka svítí takřka rovnoměrně po celé délce.

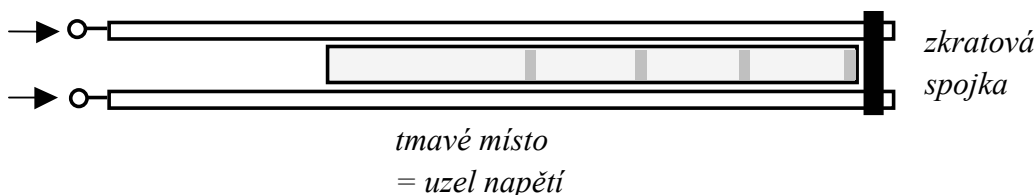


Připojený rezistor se zahřívá, což mohou studenti ověřit dotykem.

### 2. Stojatá vlna na vedení, zakončeném zkratem

Do stojánků položíme zářivku bez kovových konců. Odpojíme zatěžovací odpor a asi 10 cm od konce nasuneme zkratovací terč. Výkon generátoru nastavte na 50 %. Zářivku přesuneme

blíže ke zkratu a zapalovačem rozsvítíme. Ve výboji jsou patrná tmavá místa (dvě až tři), nejtmavší je přibližně 35 cm od zkratu.

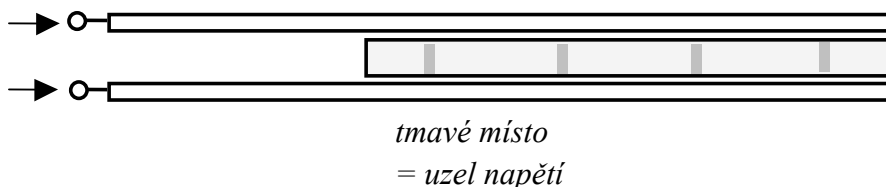


Ve zkratové spojce vzniká přesouváním nábojů elektrické pole s opačně orientovanou intenzitou a zkratová spojka se stává zdrojem vysokofrekvenčního signálu s fází opačnou, než má vlna přicházející od generátoru. Vpravo od zkratu se obě vlny ruší, vlevo vzniká stojaté vlnění.

Zářivka má nyní výrazná slabě svítící místa – zde jsou napěťové uzly. Posunutí zkratové spojky vede i k posuvu tmavých míst na zářivce. Vzdálenost zkratu a napěťového uzlu je právě polovina vlnové délky.

Dekorační zářivkou ukážeme, že před zkratem je intenzivní elektromagnetická vlna, za zkratem se nepodaří zářivku rozsvítit – zde se vlna od generátoru a vlna s opačnou fází od zkratové spojky vzájemně ruší.

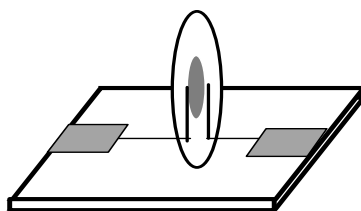
### 3. Stojatá vlna na otevřeném vedení



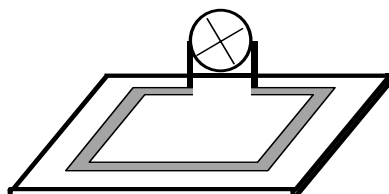
Na konci otevřeného vedení vznikne napěťová kmitna a tmavá místa značí polohu uzlů.

### 4. Napěťové a proudové kmitny na zkratovaném vedení

Pro sledování kmiten napětí použijeme kapacitní sondu s doutnavkou: Je vyrobena z jednostranného tištěného spoje a přiložením na vedení se ponechané pásy mědi stanou jednou deskou kondenzátoru; druhou je samotný vodič Lecherova vedení. Posouváním po vedení najdeme místa maximálního svitu.



Pro určení kmiten proudu je použita indukční sonda: Čtvercový závit z tištěného spoje je v místě přerušení připojen na žárovku 24 V, 50 mA. Strana závitu má délku 25 mm. Sondu položíme na vedení a hledáme místo maximálního svitu žárovky.



### Doporučený postup:

#### Vyladění vedení do rezonance

Výkon generátoru na 50 %, indukční sondu umístíme těsně na začátek vedení a na druhém konci přesouváme zkrat. Nastavíme polohu pro maximální svit žárovky. Vedení má nyní aktivní délku rovnu násobku  $\frac{\lambda}{2}$ .

#### Proudové kmitny

Výkon generátoru na 50 %. Indukční sondy umístíme do vzdáleností 1krát, 2krát a 3krát  $\frac{\lambda}{2}$  od zkratu. Najdeme polohy, kdy svit všech sond je přibližně stejný. Ověříme vzdálenosti.

#### Napěťové kmitny

Výkon generátoru na 100 %. Kapacitní sondy umístíme mezi zkrat a první žárovku a další mezi žárovky. Zapálíme výboj (pokud se doutnavky nerozsvítí samovolně parazitními elektrostatickými výboji) a přesouváním najdeme polohy maxim. Pozor, maxima neleží uprostřed mezi proudovými kmitnami. Vedení je zatíženo odběrem činného výkonu a fázový posuv mezi napětím a proudem není  $90^\circ$ .

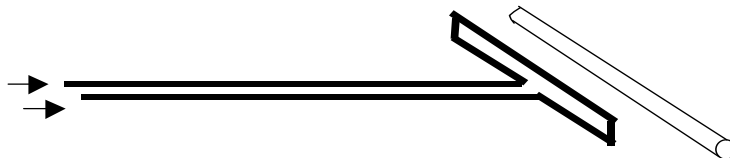
### 5. Měření vlnové délky

Pro měření vlnové délky použijeme jednu indukční sondu a výkon generátoru nastavíme na 50 %. Připravíme si papírové značky pro označení bodů na vedení.

Na vedení posouváme sondu od zkratu až ke vstupu a značkami zachytíme polohy, kdy žárovka zcela pohasne. Ze změřených vzdáleností mezi značkami vypočteme  $\frac{\lambda}{2}$  a poté frekvenci. Porovnáme se skutečnou hodnotou  $f = 433,92$  MHz.

### 6. Vedení zakončené skládaným dipólem

Vstupní impedance půlvlnného dipólu je asi  $75 \Omega$  a jeho připojením na konec vedení dojde k částečnému odrazu elektromagnetické vlny. Lépe je k vedení přizpůsoben skládaný dipól se vstupní impedancí asi  $300 \Omega$ , který větší část energie vyzáří do okolí. Indukční sonda na vedení ukáže jen nevýrazná maxima a minima proudu, takže na vedení je takřka postupná vlna. Elektromagnetické vlny v blízkosti dipólu prokážeme nejprve zářivkou, umístěnou rovnoběžně se zářičem. Po zapálení výboje piezoelektrickým zapalovačem svítí nejvíce u konce dipólu. V poloze kolmé k rovině zářiče svítí jen menší část uprostřed, což ukazuje na průběh siločar elektrického pole u dipólu.



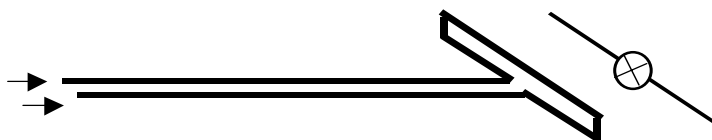
Použijte plný výkon generátoru. Dekorační zářivku protáhněte po vedení – svítí všude prakticky stejně.

### 7. Polarizační rovina elektromagnetické vlny

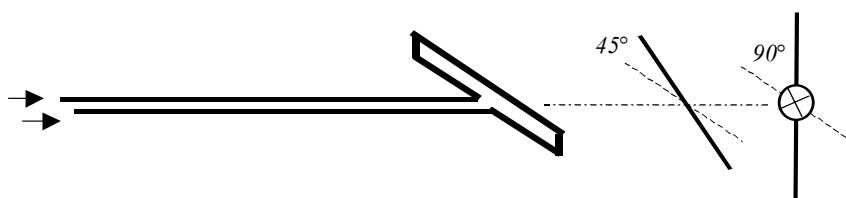
Použijte 50 % výkonu. Přijímací dipól má uprostřed maximální amplitudu proudu a žárovka 2 V, 180 mA se rozsvítí zřetelně ještě ve vzdálenosti více než 0,3 metru. Přijímací dipól otáčíme a prokážeme polarizaci elektromagnetického vlnění. V daném uspořádání je rovina polarizace vodorovná a přijímací dipól postavený svisle žárovku nerozsvítí.

Použijte výkon 100 % a žárovku přibližujte z 1 m zpět k dipólu. POZOR na přetížení žárovky!





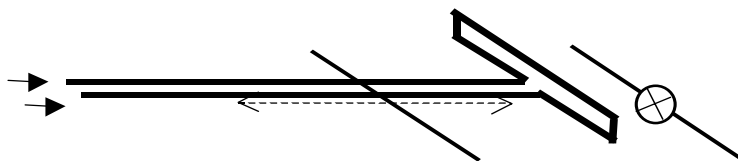
Pro další experiment upevněte přijímací dipól se žárovkou do stojanu asi 30 cm od skládaného dipólu. Stojan by měl být nejlépe nevodivý. Polarizační rovinu lze postupně otočit soustavou dalších pasivních dipólů. Průmět elektrické intenzity pole zářiče do směru dipólu otočeného o 45° stačí na rozkmitání náboje v něm.



Tento dipól pak vysílá dále a složka elektrické intenzity jeho pole rozkmitá dipól se žárovkou.

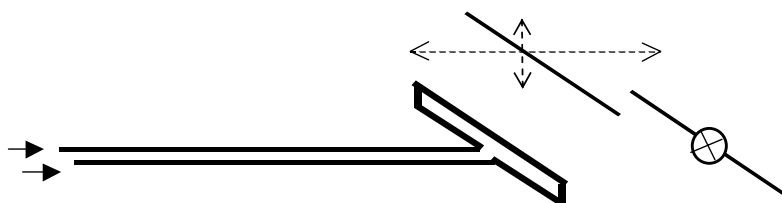
### 8. Odraz a interference elektromagnetické vlny

Použijte výkon 50 %. Přijímací dipól se žárovkou nechte ve stojanu asi 30 cm od skládaného dipólu. Odraz a interferenci ukážeme pomocí pasivního dipólu: pasivní dipól přesouváme nad vedením za zářičem dopředu a dozadu.



Žárovka svítí maximálně, je-li pasivní dipól vzdálen o čtvrtinu vlnové délky.

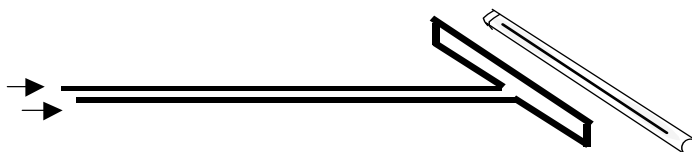
Maxima a minima svitu žárovky se objeví také, jestliže pasivní dipól přenášíme nad rovinou zářiče a dipólu se žárovkou.



Pasivní dipól umístíme kamkoliv mezi skládaný dipól a dipól se žárovkou. Žárovka zhasne. Tento efekt již studenti mohou objasnit sami na základě předchozích poznatků. Pasivní dipól umístíme až za dipól se žárovkou. Opět najdeme polohy, kdy žárovka svítí maximálně. Takto pracují např. televizní přijímací antény s reflektorem.

### 9. Vliv rezonance

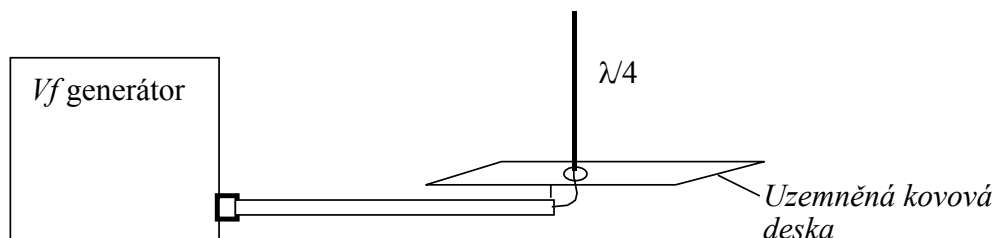
Pole rezonujícího pasivního dipólu je dost intenzivní na to, aby udrželo výboj v zářivce. Na zářivku je připevněn rezonátor – půlvlnný dipól:



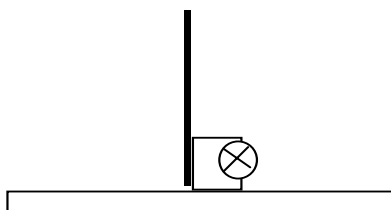
Po ionizaci piezoelektrickým zapalovačem se zářivka rozsvítí jen u konců dipólu, zato svítí i několik decimetrů od zářiče.

### 10. Pole čtvrtvlnného dipólu

Z nesymetrického výstupu vysokofrekvenčního generátoru lze velmi dobře napájet čtvrtvlnný dipól, jehož vstupní impedance je přibližně  $50 \Omega$ .



Teleskopickou anténu lze nastavit do rezonance pomocí indukční sondy se žárovkou: Sondu položíme k patě dipólu a délku dipólu nastavujeme na maximální svit.



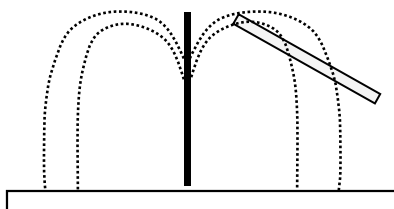
Pro toto ladění použijte do sondy žárovku 6 V / 50 mA. Sondu postavte mezi upevňovací šroubek a svorku.

### 11. Proudové a napět'ové obložení dipólu

Proud má maximální amplitudu u paty čtvrtvlnného dipólu. Indukční sondu se žárovkou 24 V / 50 mA posouváme podél dipólu – u paty svítí maximálně a směrem k vrcholu zhasíná. Napětí je maximální při vrcholu – přiložíme sondu s doutnavkou izolantem k dipólu, ionizujeme a při vrcholu se doutnavka bezpečně rozsvítí. Pak posouváme k patě a její jas se zmenšuje, až zcela zhasne.

### 12. Elektrické siločáry v okolí čtvrtvlnného dipólu

Zářivku bez rezonátoru rozsvítíme zapalovačem a sondujeme pole v okolí. Vytvoříme představu siločar, které vycházejí z vrcholu dipólu a končí na kovové desce.



Zářivkou držíme vodorovně a přejíždíme dipól shora dolů a poté svisle a obkroužíme dipól kolem dokola. Upozorníme na rozsah svítící části zářivky. Dekorační zářivku zapálíme dotekem jejích kovových kontaktů s vrcholem dipólu a pokus můžeme opakovat.

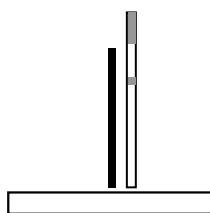
### 13. Vyšší harmonické kmity dipólu

Teleskopickou anténku natáhneme na maximální délku, což odpovídá přibližně  $\frac{3}{4} \cdot \lambda$ .

Svisle postavenou zářivku bez rezonátoru rozsvítíme zapalovačem.

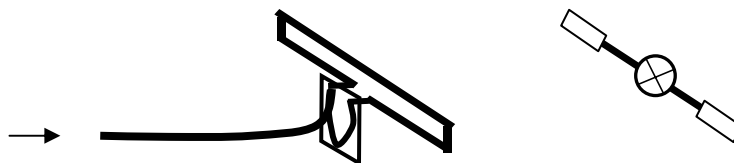
V jedné třetině od vrcholu antény je zřetelný napět'ový uzel. Geometrická délka je nyní asi 51 cm a jako čtvrtvlnný dipól by tato anténa rezonovala na kmitočtu  $f_0 = \frac{433}{3}$  MHz. Signá-

lem generátoru ji donutíme kmitat na trojnásobku základní frekvence. Akustickou analogií je uzavřená píšťala, kterou „přefoukneme“ na vyšší harmonický tón.



#### 14. Rezonance dipólu s dielektrikem

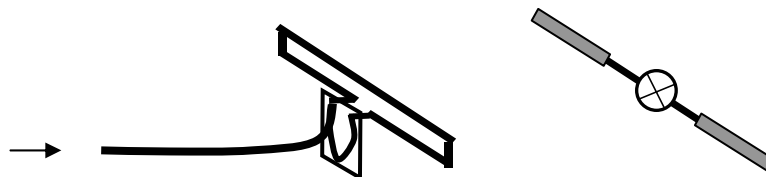
Do stojánku umístíme skládaný dipól a symetrizační smyčkou připojíme na generátor.



Zkrácený dipól se žárovkou postavíme 25 cm od skládaného dipólu a použijeme 50 % výkonu. Žárovka nesvítí. Na ramena zkráceného dipólu nasuneme dielektrické nástavce – žárovka se rozsvítí.

#### 15. Optimální délka zatíženého dipólu

Zkrácený dipól se žárovkou bez dielektrických nástavců se v těsné blízkosti skládaného dipólu rozkmitá nucenými kmity (žárovka svítí), ale ve vzdálenosti 30 cm zhasne.



Na jeho ramena navlékneme měděné trubičky a prodlužujeme ramena až na maximální svit. Změřte délku dipólu a porovnejte s délkou vlny. Vysvětlení: zatlumený oscilátor kmitá pomaleji a dipól je zatlumen odporem žárovky.

#### 16. Absorpce vysokofrekvenčního výkonu v živé tkáni – dotek vlastní rukou

Čtvrtvlnný dipól vsadíme do panelu a kabelem připojíme ke generátoru. Výkon generátoru nastavte na 100 % a bříško prstu lehce přiložte na okraj vrcholu čtvrtvlnného dipólu. Za okamžik prst „pálí“. Kov antény je přitom chladný a teplo se vytváří uvnitř tkáně. Na stejném principu funguje mikrovlnná trouba, kde se používá výkon 800 a více wattů a frekvence 2450 MHz. V tkáni se teplo uvolňuje tak, že elektromagnetická vlna vytváří v částečně vodivém prostředí vysokofrekvenční proudy a také rozkmitává molekuly vody, které mají vlastnosti elektrických dipólů.

*Poznámka:* v poli čtvrtvlnného dipólu lze předvést většinu experimentů, které byly popsány se skládaným dipólem.

Uvedené experimenty jsou dostatečně efektní, aby vzbudily zájem studentů, a jsou zcela bezpečné, takže i studenti si mohou se soupravou „pohrát“. Fyzikální obsah je dobře sdělitelný na úrovni středoškolské fyziky a je tedy žádoucí znovu tyto klasické experimenty, jejichž historie sahá k přelomu 19. a 20. století, zařadit do výuky.

## **Příprava a další vzdělávání učitelů fyziky z hlediska potřeb současné školy a EU**

*Josef Janás\*, Pedagogická fakulta MU, Brno*

### **1. Fyzika v současné škole**

Tato konference se zabývá třemi tématy: přípravou a dalším vzděláváním učitelů, formami výuky a obsahem fyziky na ZŠ a SŠ. Svůj příspěvek jsem zaměřil na téma první – příprava učitelů fyziky, které však velmi úzce souvisí s odpovědí na otázku, jaký je smysl fyzikálního vzdělávání na všeobecně vzdělávacích školách. O této problematice jsem hovořil na různých konferencích, mj. i na konferencích DIDFYZ, z nichž poslední se konala na podzim minulého roku [1], [2].

Jsem přesvědčen o tom, že stále platí známé pořadí důležitosti triády: *vím-li, CO chci* (obsah), potom způsob *JAK* (metodu) a *ČÍM* (prostředky) toho dosáhnu už najdu snadněji. Z tohoto důvodu považuji za prioritní téma třetí a úvodem vyjádřím svůj názor k němu.

Současná škola se od školy minulého století liší především tím, že už není hlavním zdrojem informací – tím jsou dnes multimédia a především Internet. Díky tomu a dobré počítačové gramotnosti žáků a studentů je dnešní „startovní čára“ pro jejich vzdělávání výrazně jiná, než tomu bylo před několika lety. To vyžaduje nejen inovaci obsahu a metod, ale i nový typ učitele, který má být především „manažerem“ vyučovacího procesu.

Tradiční pojetí školské fyziky, založené na základech klasické mechaniky (zejména na školách humanitního zaměření), žáky nijak zvlášť nezajímá, poněvadž nekoresponduje s jejich vnímáním světa. Zájem však projevují o ty oblasti fyziky, které souvisejí se současností: televize, video, mobil, počítače, digitální technika apod. Příkladem může být určování hmotnosti těles na rovnoramenných váhách, s kterými se už prakticky nesetkají, a neznalost principu dnes běžně používaných digitálních vah, které okamžitě udávají nejen hmotnost zboží, ale i jeho cenu. Řadu dalších příkladů uvádějí např. články [3], [4].

Své tvrzení opírám nejen o dlouholeté zkušenosti z přípravy budoucích učitelů na fakultě, ale i o zkušenosti z výuky studentů na SŠ, kde jsem před nástupem na fakultu 7 let vyučoval a nyní čtvrtým rokem externě opět vyučuji.

### **2. Příprava učitelů**

Na všeobecně vzdělávacích školách je průměrně 13 vyučovacích předmětů, z toho čtyři přírodovědné. Fyzika je významnou součástí přírodovědného vzdělávání, proto obsah i metody ve fyzice by měly být v souladu s biologií, chemií a geografii. Z hlediska obsahu to znamená integrovat nejen systémy poznatků jednotlivých věd, ale zdůraznit v těchto systémech i vzájemné vztahy, tzn. vědomě uplatňovat mezipředmětové vazby (MPV).

Řešit problematiku obsahu přírodovědného vzdělávání včetně MPV je třeba začít na vysokých školách a v kurzech dalšího vzdělávání. Odpověď na otázku, jaká má být pregraduální příprava učitelů (nejen přírodovědných předmětů), je v souvislosti se začleněním naší republiky do EU zvlášť naléhavá. Přes rozpor představitelů vlády i politických stran v proklamovaném uznávání významu učitelské profese a jejím faktickém společenském i finančním nedocení je nesporné, že jsou to učitelé, kteří měli, mají a budou mít rozhodující podíl na vzdělanosti národa a uplatnění občanů ve společnosti.

V tomto smyslu leží na vysokých školách (VŠ), které připravují učitele, značný díl odpovědnosti. Význam přípravy učitelů podtrhuje skutečnost, že budou připravovat občany pro život ve sjednocené Evropě, ve které bude samozřejmostí a nutností celoživotní vzdělávání. So-

---

\* Doc. RNDr. Josef Janás, CSc., [janas@jumbo.ped.muni.cz](mailto:janas@jumbo.ped.muni.cz)

ciologové tvrdí, že občané by měli v produktivním věku měnit až třikrát zaměstnání, a to v kterékoli zemi EU.

Pregraduální příprava učitelů i jejich další vzdělávání je u nás ve většině případů stále konzervativní, zaměřená hlavně na to „co má umět a dělat učitel, aby učivo odučil“ místo toho, aby se zabývala problémem „jak má učitel řídit vyučovací proces, aby žák aktivně pracoval tak, aby věděl a uměl“. Stále ještě klademe na první místo osvojování vědomostí a ne vytváření osobnosti. Současná škola má však docílit, aby žáci sami dovedli získávat poznatky a má je naučit využívat jich k vysvětlení jevů, či k efektivnímu řešení problémů.

Jsem přesvědčen o tom, že pregraduální příprava učitelů má probíhat na VŠ, ale má se lišit od přípravy vědeckých pracovníků v tom smyslu, aby vzdělávání odborné (pro učitele fyziky ve fyzice, pro učitele chemie v chemii apod.) bylo už na VŠ spojováno se vzděláváním profesním (pedagogicko-psychologickým a s praxí na škole). Je známo, že např. v Německu je příprava odborná a příprava profesní oddělena. Z rozhovorů s některými pracovníky těchto VŠ i s jejich absolventy vím, že sami takový systém nepovažují za nejlepší.

Opět se objevuje i diskutabilní názor, aby příprava učitelů byla obecnější. Podle tohoto názoru se má omezit odborná příprava a posílit příprava profesní. Obávám se, že není možné připravit dobře učitele, který by byl „vševěd a všeuměl“ a mohl kvalifikovaně učit čemukoli. Je však nutné změnit myšlení a přístup ke vzdělávání v tom smyslu, jak už jsem uvedl, abychom žáky nevyzbrojovali sumou encyklopedických poznatků z jednotlivých předmětů, ale abychom je naučili samostatně myslet a jednat.

Jednotlivé vyučovací předměty na všeobecně vzdělávací škole, ani jednotlivé studijní disciplíny v pregraduální přípravě učitelů na VŠ však nelze koncipovat izolovaně, ale je nutná koordinace jednotlivých disciplín a kooperace vyučujících, zejména oborových didaktiků. To je však palčivý problém nejen našeho školství.

### **3. Inovace didaktické přípravy učitelů přírodovědných předmětů na PdF MU v Brně**

Protože dosavadní pregraduální příprava učitelů v didaktikách a psychologii není obsahově ani metodicky koordinovaná, rozhodli jsme se na PdF MU v Brně, řešit projekt „Inovace didaktické přípravy učitelů přírodovědných předmětů“, rozložený na léta 2001–2003. Na jeho řešení se podílí 5 didaktiků přírodovědných předmětů (Bi, Fy, Ch, Z), pedagog – obecná didaktika, psycholog – pedagogická psychologie, 5 externích cvičných učitelů ze škol a též studenti, zejména diplomanti.

Cílem projektu bylo vypracovat obsahově i metodicky koordinované studijní programy a studijní materiály didaktik přírodovědných předmětů, didaktiky obecné a pedagogické psychologie. Výuku podle takto koordinovaných programů na fakultě pilotně ověřujeme.

Přínos projektu lze spatřovat:

1. ve změně dosud dosti konzervativní přípravy budoucích učitelů orientované především na to „co má vědět a dělat učitel“, na důraz, jak řídit vyučovací proces, aby žák aktivně sám pracoval tak, „aby on věděl a uměl“,
2. místo často neefektivního dublování společného učiva v přípravě téhož studenta fakulty, který studuje dva vědní obory a psychologicko-pedagogický blok, byla příprava obsahově i metodicky dobře koordinovaná,
3. byly vědomě uplatňovány mezipředmětové vazby.

Provedli jsme analýzu učiva shora uvedených studijních disciplín a zjistili jsme následujících třináct společných okruhů obecné didaktiky a didaktik předmětových:

1. Didaktika jako věda, její problémové okruhy a vztahy k jiným vědám.
2. Cíle vyučování, obsah vyučování, kurikulum, vzdělávací program, učební plán, učební osnovy. Vymezování výchovně vzdělávacích cílů.

3. Učivo, jeho strukturace a didaktická analýza (pojmová, operační, hodnotová).
4. Metody výuky: informativní, heuristická, názorně demonstrační, problémová, projektová, praktická, skupinová. Verbální a neverbální komunikace. Laboratorní práce. Terénní práce studentů.
5. Motivace a aktivizace žáků. Diferenciace, individualizace a práce s talenty.
6. Diagnostika a hodnocení výsledků výuky (standarty, testy, klasifikace).
7. Mezipředmětové vazby a formy jejich uplatňování: integrace učiva, koordinace učiva a kooperace učitelů různých předmětů.
8. Úlohy ve vyučování, jejich význam a metodika řešení.
9. Didaktické prostředky, učební pomůcky, jejich funkční a efektivní využití (včetně učebnic a práce s nimi).
10. Výpočetní technika a multimédia ve vzdělávání.
11. Školní pokusy, jejich význam, technika a metodika provedení.
12. Vyučovací proces a příprava učitele (cíle a struktura vyučovací hodiny z hlediska žáka a z hlediska učitele).
13. V předmětových didaktikách je kladen důraz na metodický rozbor vybraných celků učiva, výběr základních pojmů a způsoby jejich efektivního zavádění a rozvíjení.

Toto zjištění bylo pro nás východiskem k vypracování obsahově i metodicky koordinovaných studijních programů dvojic didaktik přírodovědných předmětů a obecné didaktiky.

Pro úspěšnou realizaci záměru našeho projektu byl žádoucí takový harmonogram výuky uvedených didaktik, aby probíhala nejen ve stejných semestrech, ale i ve stejných dnech a hodinách. Praxe ukazuje, že z provozních důvodů není v současnosti na naší fakultě možné takový harmonogram pro všechny přírodovědné didaktiky sestavit. Pro sledovaný záměr to však není nezbytně nutné. Nezbytně nutné však je sestavit takový harmonogram výuky pro dvojice didaktik (BiFy, FyCh, FyZe), aby přednášky a semináře zahrnující shodné učivo byly v harmonogramu výuky zařazeny na stejný den a stejnou hodinu.

Inovované studijní programy počítají totiž s tím, že některé přednášky ke společnému tématu budou společné pro skupiny studentů dvou oborů a bude je mít ten předmětový didaktik, který se uvedenou dílčí problematikou hlouběji zabývá. Počítáme s tím, že některé semináře k přednesené společné problematice povedou didaktici obou oborů (tento způsob výuky je dosti běžný v zahraničí při výuce jazyků). Ilustrační příklady k tématům pro práci v seminářích budou voleny z obou předmětů (úlohy, pokusy apod.).

Hlavním cílem projektu stále zůstává zefektivnění přípravy učitelů přírodovědných předmětů a zlepšení výuky těmto předmětům na ZŠ a SŠ.

Předpokládáme, že realizaci našeho projektu nemůže výrazně ovlivnit ani v současné době připravovaná změna systému pregraduální přípravy učitelů v ČR (dvoustupňová příprava).

### **4. „Evropská dimenze“ v přípravě učitelů**

Škola má vychovávat demokratického občana, který má být schopen dobře se uplatnit v budoucí EU a který bude produkovat takové výrobky (nejen materiální), které budou konkurenceschopné na evropském i světovém trhu. V tomto směru mají přírodovědné, matematické a technické předměty na škole zvlášť velký význam.

Význam přírodovědného, matematického a technického vzdělávání z hlediska výchovy demokratického občana výstižně vyjádřil prof. S. Komenda v publikaci vydané ke konferenci „Výchova k evropskému demokratickému občanství“ [5]: *Fundamentální význam matematiky, přírodovědných a technických předmětů pro výchovu k demokracii a humanitě tkví ve formování názorových postojů žáků. Tyto předměty k tomu přispívají tím, že se v nich upevňují představy žáků o tom, jak se dochází k pravdivému poznání – jako s kombinací logiky a empirických fakt. Učí se rozlišovat, že tvrzení a proklamace samy o sobě mohou představovat nejvyšší hypotézy, které jsou povinny podrobovat se ověření – a pro takové ověření má věda ná-*

stroje. To je jediný solidní způsob výchovy ke kritičnosti, který může jiný předmět nabídnout jen v omezené míře. Jenom tak lze vybavit žáka do života jako kritickou inteligentní bytost, schopnou nacházet racionální východiska a řešení ve složitých životních situacích... Člověk se neustále musí rozhodovat – a škola by měla do jeho myšlenkových pochodů a způsobů jeho rozhodování zabudovat jisté principy a zásady, odvoditelné z metod poznávání vlastních přírodních vědám a matematice.

Podle prognostiků bude pro sjednocenou Evropu běžným jevem migrace obyvatel. Proto je třeba zaměřit vzdělávání a výchovu na budoucnost. Pro oblast výchovy a vzdělávání to znamená rámcově „sjednotit“ studijní programy na všech stupních a typech škol – od základních až po vysoké a realizovat systém celoživotního vzdělávání dospělých.

Jak jsem už uvedl, v přípravě učitelů je žádoucí koncipovat studijní programy s ohledem na EU v tom smyslu, aby byly „kompatibilní“. Tyto programy by měly být vytvářeny ve vzájemné spolupráci s partnerskými zahraničními institucemi. Pro ilustraci uvádím příklad TEMPUS-projektu, který se týká přípravy učitelů fyziky všeobecně vzdělávacích škol. Jeho cílem je přispět k rozvoji vysokoškolských systémů zemí střední a východní Evropy při začleňování do EU.

**TEMPUS-Projekt S-JEP 11555-96**, jehož iniciátorem a kontraktorem byl Dr.sc. Burkhard Lüder z HU v Berlíně, koordinátorem doc. RNDr. Josef Janás, CSc. z MU v Brně. Tento projekt, který byl úspěšně obhájen v roce 1998, je zaměřen na „kompatibilitnost“ studijních a zkušebních programů přípravy učitelů fyziky pro základní školy a nižší stupeň gymnázií (Sekundarstufe 1) a střední školy (Sekundarstufe 2) s ohledem na „evropskou dimenzi“. Na projektu spolupracovali s učiteli Katedry fyziky Pedagogické fakulty MU v Brně učitelé z katedry didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze, Institutu fyziky Humboldtovy univerzity v Berlíně (HUB) a Dánské královské školy vzdělávacích studií v Kodani (DLH).

Projekt má optimalizovat přípravu učitelů fyziky se zřetelem na zefektivnění fyzikálního vzdělávání mládeže pro budoucí život v EU. Perspektivním cílem projektu je taková příprava učitelů fyziky, aby byli schopni působit v kterékoli zemi EU.

V rámci řešení projektu byly vypracovány koordinované učební plány, studijní a zkušební programy přípravy učitelů fyziky na PdF MU v Brně a na MFF UK v Praze, které mají společný základ s analogickými programy HUB a DLH. Studium podle těchto programů je organizováno v souladu s Evropským kreditovým systémem ETCS.

V programech je kromě obsahové koordinace zdůrazněna i složka experimentální, zahrnující vybavení zúčastněných pracovišť základními pomůckami fy LEYBOLD, která se na projektu též podílela.

Učební plány fyziky ve studiu učitelství pro základní školy a nižší stupeň gymnázií pro PdF MU je v Příloze 1, pro HUB v Příloze 2.

## **Literatura**

- [1] Janás J.: *Příprava a další vzdělávání učitelů fyziky v novém miléniu*. Ve: *DIDFYZ'2000 Ciele vyučovania fyziky v novom miléniu UKF*, Nitra 2001, str. 29–32. ISBN 80-8050-387-7.
- [2] *Science Trachet Training 2000* (Proceedings of the Conference). MBU, Banská Bystrica 1998. ISBN 80-8055-149-9.
- [3] Míča J.: *Metody a obsah*. MFI, 1998/99, roč. 8, s. 240–249. ISSN 1210-1761.
- [4] Nahodil J.: *Výuka fyziky, učebnice fyziky a běžný život*. MFI, 1998/99, roč. 8, s. 545–549. ISSN 1210-1761.
- [5] *Výchova k evropskému demokratickému občanství*. Ve: *IV. celostátní konference Evropského hnutí v ČR*. Praha 1998, s. 18.

**Učební plán fyziky ve studiu učitelství pro základní školy a nižší stupeň gymnázií**

**Legenda**

Standardní délka studia: 4 roky

Roční limit hodin povinné výuky dle Statutu PdF MU: 1. předmět 10 hodin  
2. předmět 10 hodin  
společný základ 6 hodin

Roční limit kreditních bodů pro všechny předměty studia dle ECTS: 60

Celkový počet kreditních bodů pro fyziku na PdF MU (vč. společného základu): 120

Podmínkou pro skládání souborné zkoušky z fyziky po 2. ročníku studia: zisk 54 bodů

Podmínkou pro skládání státní zkoušky z fyziky: zisk 106 kreditních bodů

Zk dílčí zkouška

Z zápočet

Ko kolokvium

Předmět	Přednáška	ECTS	S, C	ECTS	ECTS
	h/t	body	h/t	body	body
<b>Základní studium (1. a 2. roč.) – zakončení soubornou zkouškou</b>					
<i>Povinné</i>					
Mechanika a mol. fyzika	4/Zk	5	2/Z	3	8
Elektřina a magnetismus	4/Zk	5	2/Z	3	8
Kmity, vlny, optika	4/Zk	5	2/Z	3	8
Atomová fyzika	3/Zk	3	2/Z	2	5
Teoretická fyzika I.	1		1/Ko	2	2
Fyzikální měření I., II, III, IV.			10/Z	7	7
Počítače ve fyzice (praktika)			2/Z	1	1
Matematika pro fyziky I, II	4/Zk	4	3/Z	3	7
<i>Volitelné</i>					
Fyzikální pozorování			4/Ko	2	2
Repetitorium středošk. fyziky			4/Ko	2	2
<b>Specializační studium (3. a 4. ročník) – obhajoba dipl. práce a státní zkouška</b>					
<i>Povinné</i>					
Teoretická fyzika II.	2/Zk	2	1/Z	1	3
Elektronika	2/Zk	2	3/Z	2	4
Struktura a vlastnosti látek	2		1/Ko	3	3
Astrofyzika	2/Zk	2	1/Z	1	3
Moderní měřicí metody			2/Ko	1	1
Dějiny fyziky			2/Ko	1	1
Didaktika fyziky I., II	2/Zk	3	4/Z	6	9
Praktikum šk. pokusů I., II			6/Z	6	6
Pedagogická praxe I., II., III			Z	6	6
Pedagogika	1/Zk	3	2/Z	2	5
Psychologie I., II	5/Zk	6	6/Z	4	10
Diplomový seminář I., II			2/Z	2	2
<i>volitelné</i>					
Kosmologie a astrofyzika	2/Ko	1			1
Polovodiče	2/Ko	1			1
Významné fyz. exp. a úlohy ve škol. fyzice	2/Ko	1			1
Alternativní výuka fyziky	2/Ko	1			1
Motivační metody ve vyuč. fyz.	2/Ko	2			2
Problémy školské fyziky	2/Ko	2			2
<b>Celkem</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>62</b>	<b>66</b>	<b>106</b>



**Příloha 2**

TEMPUS-Projekt S-JEP 11555-96  
Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin

**Učební plán studia učitelství kombinace fyzika-matematika pro Sekundarstufe 1**

*Legenda*

Standardní délka studia: 4 roky

Roční limit kreditních bodů pro všechny předměty studia dle ECTS: 60

Celkový počet kreditních bodů pro studium kombinace FyMa na HUB: 240

Předmět	Přednáška	ECTS	S, C	ECTS	ECTS
	h/t	body	h/t	body	body
<b>Základní studium (1. a 2. ročník)</b>					
Fyzika I	6	8	4	6	14
Fyzika II	6	8	4	6	14
Fyzika III	5	7	3	5	12
Fyzika IV	6	8	2	4	12
Analýza I	4	7	2	3	10
Analýza II	4	7	2	3	10
Analýza III	4	6	2	4	10
Základní kurz měření I	2	4			4
Základní kurz měření II	4	8			8
Základní kurz měření III	4	8			8
Lineární algebra	2	3	1	2	5
Teorie komplexních funkcí	2	3	1	2	5
Volitelný kurz	6	8			8
<b>Specializační studium (3. a 4. ročník)</b>					
Kvantová fyzika	4	8	2	4	12
Termodynamika	2	4	1	2	6
Atomová a molekulová fyzika	3	6	1	2	8
Statistická fyzika	4	8	2	4	12
Fyzika pevných látek	4	7	2	3	10
Fyzikální měření I, II	16	28			28
Fyzika částic	4	7	2	3	10
Volitelný předmět I, II	12	20	2	4	24
Výzkumný projekt	8	10			10
<b>Celkem</b>	<b>112</b>	<b>183</b>	<b>33</b>	<b>57</b>	<b>240</b>

## **Pedagogická praxe – nedílná součást přípravy učitelů**

Josef Kepka\*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

### **1. Úvod**

Z celé řady osobně provedených hospitací, z názorů získaných v rozhovorech s řídicími pracovníky škol, s učiteli vedoucími praxi a v neposlední řadě z publikovaných odborných statí vyúsťují názory, že teoretická připravenost absolventů učitelských fakult ve vlastní předmětové specializaci je na velmi dobré úrovni, zatímco připravenost pedagogická, tj. vedení vyučovací hodiny a jiné praktické činnosti, za teoretickými znalostmi značně pokulhává. Tato fakta plně korelují s poznatky a názory studentů závěrečných ročníků, kteří se vracejí ze souvislé pedagogické praxe. To vede k hypotéze, že stav praktické složky přípravy budoucích učitelů neodpovídá současným potřebám.

### **2. Podmínky realizace praxí**

Pokusme se nyní stručně zformulovat některé podmínky, které ovlivňují, či spíše limitují možnosti praktické přípravy na učitelských fakultách:

- Problémy praktické přípravy souvisejí se skutečností, že v současné době je celá příprava učitelů soustředěna do **jediné pregraduální fáze**. Zásadní problém vidíme v tom, že od zmíněného modelu se očekávají takové výstupy, aniž by byly brány v potaz možnosti modelu.
- **Fakultní školy**. Nikde v České republice není legislativně dán prostor pro instituci, jejímž hlavním cílem by byla realizace nebo jen alespoň podpora praktické přípravy učitelů. Ani jeden ze současných zákonů s takovým zařízením nepočítá a také nikde se v zákonech či vyhláškách nic nedočteme o pedagogické praxi. Partnerský vztah fakulta–škola, MŠ, ZŠ, SŠ či jiná, podepřený smluvně nebo založený jen na dobrých osobních kontaktech umožňuje realizovat praxi, ale velmi náročné problémy pedagogické praxe, zkvalitňování, rozšiřování, realizace nových forem, atd., neřeší a v budoucnu ani řešit nemůže.
- Dalším a velmi zásadním problémem jsou **učitelé vedoucí praxi**, tj. tzv. „fakultní učitelé“. Na tyto učitele klademe velmi vysoké nároky: dostatečnou učitelskou praxi, očekáváme od nich nadstandardní teoretický i didaktický přehled, požadujeme od nich další vzdělávání, atd. A tyto náročné požadavky na učitele vedoucí praxi jsou ve značném rozporu s vytvářenými podmínkami k této činnosti i samotnou finanční odměnou za tuto práci. Zejména v této oblasti je velmi citelně pocíťována absence systému dalšího vzdělávání učitelů včetně motivujícího kariérního řádu. A v této situaci konstatování, že fakulty nemají v současném systému řízení škol téměř žádnou možnost ovlivňovat personální obsazení míst „fakultních učitelů“ je k vzhledem k výše uvedeným skutečnostem téměř zcela zbytečné.
- Značným problémem, který limituje pedagogické praxe jako celek jsou **finance**. Ve finančním normativu na studenta učitelství nejsou náklady na praxi zahrnuty, přičemž je zcela jasné, že kvalitní zajištění a realizace praxí nejsou a nebudou zadarmo. Je pravdou, že finance zejména z rozvojových projektů MŠMT v minulých letech přispěly ke zlepšení vztahů fakult a škol, ale tento způsob financování praxí nemůžeme považovat za systémový, což potvrdilo i vyhlášení témat rozvojových projektů na rok 2003, kde „praxe“ chyběla.
- Další zajímavou otázkou je **podíl profesní přípravy a oborové přípravy** v učitelských studijních programech. Podíly pedagogických a psychologických disciplin se na jednotlivých fakultách a v jednotlivých studijních programech liší, ale rozdílů můžeme považovat

---

\* Dr. Josef Kepka, CSc., keпка@kof.zcu.cz

za nevýznamné. Provedeme-li srovnání se zahraničím, je počet hodin nejen pedagogických a psychologických disciplín, ale také oborových didaktik a praxí na našich pedagogických fakultách nižší, v případě pedagogické praxe až dvoj- či trojnásobně.

- Důležitou roli v realizaci praktické složky učitelství mají útvary, které tuto činnost řídí. Domníváme se, že **řídící útvar praxe**, na názvu nezáleží, by měl mít nadkatedrální charakter a jeho základní funkcí by měla být koordinace všech participujících složek a kontrola. Početnost a kvalita personálního obsazení řídicího útvaru praxe je dána „pozicí“ praxe na jednotlivých fakultách a také jejich finančními možnostmi. Bylo by ideální, kdyby „útvary praxe“ byly jak početně tak i kvalifikačně na takové úrovni, aby bylo možné postupně zabezpečovat praktickou přípravu literaturou, publikovat v časopisech a rozvíjet vědeckou činnost.

Je zcela jasné, že jen poslední dvě podmínky mohou být vytvářeny a ovlivňovány učitelskými fakultami. Ostatní podmínky jsou však pro praxi určující s malou možností fakultního vlivu, neboť jsou dány a určovány vzdělávací politikou.

### **3. Pedagogická praxe studentů učitelství FPE ZČU v Plzni**

Pedagogická praxe je zařazena ve všech učitelských studijních programech. Je řízena Střediskem pedagogické praxe, které z pověření vedení fakulty oficiálně jedná se školskými institucemi a řediteli škol.

Fakulta má uzavřenu dohodu o spolupráci s celou řadou mateřských, základních i středních škol v Plzni. Praxe probíhá i ve školách, se kterými smlouva uzavřena není.

Na obsahovém i organizačním zajištění praxí se podílejí i předmětové katedry. Určují požadavky k zápočtu z praxí, jejíž garancí je pověřena katedra. Pracovníci kateder, zejména metodici, se účastní se studenty následových hodin, dále formou hospitací provádějí kontrolu při výstupových a souvislých praxích. Katedry úzce spolupracují s učiteli daného předmětu na příslušné škole – vzájemně konzultují jak na schůzích katedry, tak i na předmětových komisích, realizují společné akce (konference, další vzdělávání), apod.

Pro studenty byl vydán metodický materiál „Pedagogická praxe“, jehož obsahem jsou praktické pokyny pro praxi z každého předmětu (specifické otázky výuky daného předmětu, ukázky příprav na hodinu a hospitačních záznamů, soubor otázek a úkolů).

#### **Struktura pedagogických praxí:**

##### *Učitelství pro 1.stupeň ZŠ*

- 2. ročník ZS: následová praxe průběžná (1 + 1)
- 2. ročník LS: následová praxe průběžná (1 + 1)
- 3. ročník ZS: asistentská praxe bloková (1 týden)  
výstupová praxe bloková (1 týden)
- 3. ročník LS: výstupová praxe bloková (2 týdny)
- 4. ročník LS: souvislá praxe (4 týdny)

##### *Učitelství pro 2.stupeň ZŠ*

- 3. ročník ZS: následová praxe bloková 1 týden (po 5 hodinách z každého předmětu)
- 3. ročník LS: výstupová praxe bloková 2 týdny (po 10 hodinách z každého předmětu)
- 4. ročník LS: souvislá praxe 4 týdny (po 20 hodinách z každého předmětu + další úkoly)

##### *Učitelství pro SŠ*

- 4. ročník ZS: následová praxe bloková 1 týden (po 5 hodinách z každého předmětu)
- 4. ročník LS: výstupová praxe bloková 2 týdny (po 10 hodinách z každého předmětu)

5. ročník LS: souvislá praxe

4 týdny (po 20 hodinách z každého předmětu + další úkoly)

#### **4. Praktická příprava studentů učitelství fyziky na KOF FPE ZČU v Plzni**

Vlastní pedagogická praxe probíhá podle rozpisu, který uvádíme v předchozím odstavci. Katedra dlouhodobě spolupracuje s nejlepšími učiteli fyziky na všech typech škol, u kterých potom studenti praktikují. Výsledkem dobré spolupráce je i kvalitní příprava náslechnů – posluchači se mohou zúčastnit různých typů vyučovacích hodin, včetně laboratorních prací, eventuálně i dalších zajímavých forem práce.

Na náměty studentů, že se se školskou fyzikou se setkávají až po druhém eventuálně třetím roce studia, reagovala katedra zavedením předmětu „Didaktický seminář ZŠ (SŠ)“, který je zařazen v prvních 4 semestrech v časové dotaci 1 hodina týdně a je ukončen zápočtem. Tuto výuku vedou učitelé ZŠ a SŠ a část výuky probíhá přímo na školách. Anotace všech seminářů jsou uvedeny v přehledu „Informace o studiu“ a pro orientaci uvádíme anotaci předmětu „Didaktický seminář 3 ZŠ“: 1. Metodický rozbor elektřiny a magnetismu na základní škole. 2. Demonstrační soupravy a jednotlivé pomůcky k demonstraci základních jevů. 3. Příprava, rozbor a praktické provádění demonstračních experimentů na základní škole.

#### **5. Závěr**

Musíme konstatovat, že podmínky pro praktickou přípravu nových učitelů na našich učitelských fakultách nejsou dobré. Přístupy k řešení praxe jsou nekoncepční a nesystémové. Neodpovídají současnému vývoji školy, změně role učitele ani aktuálním otázkám vzdělávání. To vše přináší pro učitelské fakulty problémy, kterou nemohou řešit bez vnější pomoci. Toto obecné tvrzení je možné aplikovat i na přípravu učitelů fyziky. Východiskem k některým pozitivním změnám může být vymezení profesních kompetencí učitelů (Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, 2001, s. 43–45) a na základě toho provedené změny v jejich přípravě. Podle našeho názoru je nutné připravit učitele fyziky tak, aby byli schopni profesionálně jednat v praktických situacích. To podle našich dosavadních zkušeností nezabere jen dokonalá znalost oboru, ale i také dobrá příprava v rovině praktické.

#### **Literatura:**

- [1] *Informace o studiu*. FPE ZČU, Plzeň 2002.
- [2] Kepka J.: *Aktuální otázky pedagogické praxe studentů FPE ZČU v Plzni (Sborník příspěvků z III. celostátní konference)*. UK, Praha 2003.
- [3] Kubínová M.: *Jaké jsou podmínky mezi fakultní školou a fakultou (Sborník příspěvků z III. celostátní konference)?* UK, Praha 2003.
- [4] *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice*. ÚIV Tauris, Praha 2001.
- [5] *Pedagogická praxe – Metodické pokyny*. FPE ZČU, Plzeň 2000.
- [6] Randa M.: *Výuka astronomie na přelomu tisíciletí (Sborník příspěvků z konference Výchova a vzdělání ve věku techniky)*. FHS ZČU, Plzeň 2000.
- [7] Rýdl K.: *K pojetí a formy praxe v přípravě učitelů v zahraničí (Pedagogická konference o pedagogické praxi)*. PedF UK, Praha 2000.
- [8] Solfronk J.: *Systémový přístup k pedagogické praxi (Sborník příspěvků z III. celostátní konference)*. UK, Praha 2003.
- [9] Urbánek P.: *K modelům praktické přípravy studia učitelství*. Ve: *Pedagogická praxe – praxeologie (Sborník příspěvků z konference o praxi na PedF UK)*. UK, Praha 1997.

## **Modernizace přípravy učitelů fyziky – důvody, způsoby, výsledky**

*Aleš Lacina\*, Přírodovědecká fakulta MU, Brno*

### **1. Český učitel včera a dnes**

Český učitel byl vždy nemajetný. A přesto, že ve šťastnějších dobách bývali mnozí jednotlivci ve svých působištích i vysoce respektováni, na jejich finančním ocenění se to zpravidla nijak neprojevovalo. Tito šířitelé vzdělanosti, tolik důležití pro budoucí kulturní úroveň a materiální prosperitu národa, z ní tak sami měli vždy jen nepatrný profit. Snad s výjimkou soukromých vychovatelů šlechtických dětí, kteří ovšem byli svému panstvu rovněž zcela vydáni na milost a nemilost, šlo většinou o zapálené nadšence (nebo naopak ztracené existence), pro něž nebyla rozhodující ani výše příjmu, ani společenské uznání. Rostoucí spotřebitelský standard a dokonce i často zdůrazňovaná potřeba vyšší vzdělanosti přitom paradoxně provází relativní zhoršování materiálního – a při současné adoraci peněz a ekonomické úspěšnosti – i společenského postavení pedagogů. Ačkoli každá generace, každý člověk vděčí za tak mnohé svým učitelům, jen málokdo jim to přizná a společnost jako celek z toho nevyvozuje vůbec žádné praktické závěry. Učitelský stav u nás zůstává trvale nedoceněn. Palčivě aktuálním důsledkem tohoto dlouhodobého trendu je mizivý zájem o učitelské povolání, projevující se mimo jiné drastickým poklesem počtu a kvality uchazečů o studium učitelství. Není jistě třeba podrobně rozvádět, jaká perspektiva do budoucna se tím zakládá.

### **2. Reformy – motor školského pokroku**

Dalším typickým znakem (českého) školství je řada reforem (např. [1]), z nichž jen nepatrný zlomek mu byl opravdu ku prospěchu. Není pochyb o tom, že převratné proměny cehokoliv jsou vždy riskantní. Ve stabilních rozumně řízených společenstvích jsou proto před radikálními řezy preferovány změny evoluční. Kdybychom nebyli svědky (a někteří z nás často, bohužel, také méně či více aktivními účastníky) postupné destrukce tolik potřebného řádu ve školství, bylo by až snižováním důstojnosti tohoto shromáždění nabádat v této souvislosti ke zvláštní uvážlivosti a opatrnosti a připomínat, že zde nejde o nic menšího než vzdělanost a kulturní úroveň národa.

Náš vzdělávací systém se v posledních letech znovu stal lákavým pokusným polem pro silné reformní ambice pedagogických experimentátorů všeho druhu. Spektrum protagonistů těchto aktivit sahá od etablovaných reformátorů, kteří se trvalým zasahováním do chodu výchovně-vzdělávací soustavy snaží oprávnit existenci svých pracovních míst, či celých institucí, přes vždy a všudypřítomné konformisty, až po iniciativní nezávislé reformátory, zřejmě upřímně přesvědčené o spasitelnosti svých metod, o nichž se asi domnívají, že je dosud u nás ještě nikdy nikdo nezkoušel. Toto široké nesourodé reformní hnutí má svoje analogie i v jiných oblastech života současné české společnosti, v níž – přes všechny škody, které tento automatismus již napáchal – pořád ještě patří k dobrému tónu negovat všechno dřívější jako neblahý pozůstatek totality a brzdu kýženého pokroku.

Dnešní školské reformy mají, jak je u nás téměř pravidlem, svůj inspirační zdroj v zahraničí – tentokrát pochopitelně západním. Jejich propagátoři ovšem zcela opomíjejí opakující se varovnou kritiku anglosaského vzdělávacího systému, a to i renomovanými osobnostmi, které v něm navíc samy působily (např. [2–6] a další). Někteří z těchto kritiků dokonce svého času označovali východoevropské přírodovědné vzdělávání za vzor, který by mělo anglické a zejména americké školství následovat. Nezdá se pravděpodobné, že by stoupenci

---

\* Doc. RNDr. Aleš Lacina, CSc., lacina@physics.muni.cz

současné modernizace české školy o těchto apelech nevěděli, zřejmě však jejich pozornosti unikl propastný rozdíl mezi vzdělanostní a kulturní úrovní obdivovaných špiček západního světa, které mylně považují za typický produkt tamního školství, a řadových občanů těchto zemí [6].

Pro situaci v českém školství na přelomu dvacátého a jednadvacátého století je charakteristické, že oč jsou prováděné změny slaběji zdůvodněny a hůře připraveny, s o to větší vehemencí jsou prosazovány. V této hektické atmosféře se vágní odkazy na evropské či světové trendy běžně považují za dostatečné, aniž by se nějak zvlášť trvalo také na potřebě věcné argumentace. Ta, pokud s ní někdo vůbec přijde, bývá zpravidla bagatelizována a eventuální upozornění na hlubší souvislosti nebo dokonce potřebu zachovat alespoň některé z osvědčených postupů je většinou považováno za zpozdilost, ne-li přímo za kverulantství. Takovou praxi bezvýhradného přebírání módních vzorů přitom – kromě ignorování jejich kritiků – značně zpochybňuje také skutečnost, že i průměrní frekventanti či absolventi našich škol patří, nebo alespoň donedávna patřili, při studiu v zemích, jejichž školstvím se chceme inspirovat, k nejlepším studentům. A to navzdory značnému handicapu, kterým je pro ně cizojazyčné prostředí. Podle těchto vzorů si téměř jistě naděláme řadu dalších problémů, které jsme dříve neměli. Na západě, k němuž momentálně přičinlivě vzhlížíme, má totiž školství do ideálního stavu daleko a my, místo abychom tuto skutečnost nějak konstruktivně reflektovali, děláme – puze napodobovacím reflexem a touhou po světovosti – všechno pro to, abychom nezůstali pozadu ani ve věcech, které se tam neosvědčily. Není jistě žádným zvláštním objevem, že nejsnáze se kopírují věci povrchní, nejméně pracné, ale také nejméně hodnotné, a že při takovém přístupu, pro nějž jsou charakteristické neustálé reformy všeho, co ve školství vůbec existuje, lze snadno více pokazit než zlepšit. Je přitom poučné, že ani v západních zemích nepodléhají všichni učitelé, didaktici a metodici fyziky většinové dobové dynamice a rozvojovým trendům. Někteří naopak zdůrazňují potřebu intelektuální poctivosti a rozvíjení kritického uvažování, nezbytnost řádu v práci i myšlení, nutnost pěstování schopnosti orientace v danostech světa, včetně detailní diskuse vhodných způsobů prezentace bohatého výběru konkrétních fyzikálních témat, jimiž se lze k těmto vysokým cílům přiblížit [7]. O nich se však, jako o možném vzoru, u nás zřejmě příliš neuvažuje.

### **3. Modernizace vzdělávacího procesu**

V poslední době se v pedagogicko-teoretických kruzích, rozhlasových i televizních publicistických pořadech zaměřených na školství, novinových článkách a bohužel – což je nanejvýš alarmující – už také na řadě progresivních škol prosazuje pozoruhodná idea, že vzdělávací činnost má směřovat především k zvládnutí konkrétních praktických činností, pěstování adaptability a nácviku schopnosti vyhledávat informace, pracovat v týmu, obhájit svůj vlastní názor (např. [8]). Není pochyb o tom, že jde o rozumné dílčí požadavky. Pohlížíme-li však na tento soubor jako na výčet hlavních cílů všeobecného vzdělávání, jak bývá zpravidla prezentován, nezbyvá než konstatovat, že není ani zdaleka úplný: nejenže neobsahuje další body srovnatelné závažnosti, ale ani požadavky, které jsou, podle mého přesvědčení, podstatně důležitější. Že nejde o opomenutí nebo nedorozumění, ale vědomé uspořádání hodnot, plyne z častých explicitních prohlášení, že učení/vzdělávání nemá rozhodně spočívat v předávání či osvojení vědomostí a jejich případná reprodukce pak už vůbec nemá být jeho součástí. Dobře to ilustruje následující krátký citát:

*„Kdo umí fyziku lépe: ten kdo zná nazpaměť definice a vzorečky, i když nedokáže vyřešit žádný složitější problém, nebo ten, kdo umí spolehlivě řešit problémy – i když ze sebe definici nevykottá a vzorečky hledá po tahácích? Odpověď je jasná. Po lidech, kteří fyziku v praxi používají, nikdo nechce, aby odříkávali definice a vzorečky z paměti. Můžou si ke své práci vzít libovolné knihy a pomůcky...“ [9]*

Autentickou formulaci tak vyhraněného názoru, s nímž hluboce nesouhlasím, a s jehož alternativním vyjádřením se lze setkat i na mnoha jiných místech, považuji za velmi instruktiv-

ní. Autor především dává zcela zbytečně a pro mne málo pochopitelně do protikladu věci, jež by se měly doplňovat. Dále zcela opomíjí nanejvýš důležitý fakt, že lidé, kteří fyziku v praxi používají, se ji napřed museli velmi dobře naučit. A konečně svým demagogickým stylem velice komplikuje jakoukoli seriózní diskusi.

Odborníci v teorii poznání rozlišují dvě základní kategorie znalostí: vědomosti deklarativní a vědomosti operační [10].

*„Deklarativní vědění spočívá ve znalosti „faktů“ – například, že Země obíhá kolem Slunce, že hmota se skládá z diskrétních atomů a molekul, že živočichové vdechují kyslík a vylučují oxid uhličitý. Operační vědění zahrnuje jednak pochopení příčin podmiňujících takové deklarativní poznatky (Jak víme, že Země obíhá kolem Slunce a proč tento názor přijímáme, když se zdá, že je tomu právě naopak?, Co dokazuje, že struktura hmoty není spojitá, ale diskrétní?, Co rozumíme „kyslíkem“ a „oxidem uhličitým“?, Jak poznáme, že jsou to různé látky?), jednak pochopení závažnosti deklarativního vědění v nových či neobvyklých situacích a schopnost je na ně aplikovat nebo modifikovat.“ [5]*

V poznávacím procesu tedy deklarativní a operační znalosti tvoří dvě strany téže mince a proto je nejen nemá smysl, ale bez škodlivých následků ani nelze od sebe oddělovat, natož pak stavět proti sobě.

Druhou – v jistém smyslu příbuznou – oblíbenou aktuální modernizační tendencí je posilování heuristických metod výuky a jejich aktivizujících forem. Tyto snahy jsou velice záslužné, neboť – používány v přiměřené míře – ožívují vyučování, podněcují zájem, motivují, demonstrují praktickou užitečnost učiva. Budoucí (i stávající) učitelé by proto jistě měli být i v těchto přístupech trénováni a co nejlépe je ovládnout. Zároveň by si však měli být plně vědomi nebezpečí, jež přináší případná absolutizace tohoto způsobu vyučování. Namísto dobře organizovaného celku s vnitřními i vnějšími souvislostmi, k jehož vytvoření by měla směřovat každá systematická výuka, totiž v tomto případě vzniká jen soubor oddělených, byť třeba posluchačsky či divácky atraktivních, fragmentů. Takový soubor je však fyzikou asi stejně, jako hromada cihel domem. K možné námitce, že žákům, resp. studentům, jejichž zájem byl tímto způsobem již získán, lze žádat systém vytvořit dodatečně, jsem skeptický. Pozdější vytváření řádu tam, kde nebyl uplatňován od počátku, je totiž nesmírně náročné. (Pokud má ovšem něco takového vůbec naději na úspěch.) Vyžaduje to totiž zásadní změnu celkového přístupu, způsobu práce i větší kázeň v myšlení a navíc mnoho času, jehož je ve středoškolské výuce fyziky už tak jako tak zoufalý nedostatek [11].

Abych předešel případnému nedorozumění, výslovně prohlašuji, že nezpochybnuji užitečnost aktivizujících forem práce a heuristického přístupu ve výuce fyziky na školách všech stupňů. Jsem však na rozdíl od jeho jednostranných propagátorů (např. [12], [13], [P1], [P2]) přesvědčen, že by měl být užíván pouze jako motivační a demonstrační doplněk. Lidé, kteří fyziku, nebo třeba jen některou její partii, na určité úrovni už zvládli, mohou mít značný prospěch (i potěšení) z heuristického způsobu práce. Začátečnickům by však fyzika měla být prezentována systematicky. Tak, aby před nimi postupně rostla jako úctyhodná, logicky konzistentní, vnitřně provázaná konstrukce, dávající světu spolehlivý základ a přesný řád. Vědomí tohoto řádu a úcta před ním by generaci dospívající v roztěkaném postmoderním světě navíc velmi prospěly i z obecně lidského hlediska.

#### **4. Cíle všeobecného vzdělávání**

Obecným cílem veškerého vzdělávání, ať už jde o školu základní, střední či vysokou, je postavení vzdělávaného subjektu na vlastní intelektuální nohy. Kromě jeho nezbytného vybavení dostatečně širokým souborem konkrétních vědomostí to prakticky znamená vypěstovat u něj – ve stupni a míře odpovídajících té které úrovni vzdělávání – následující schopnosti:

- porozumět obsahu čteného (slyšeného, pozorovaného),
- vystihnout (a zformulovat) jeho podstatu, tj. rozlišit podstatné od nepodstatného,

- najít v textu či jiném projevu na jedné straně souvislosti, na druhé pak případné ne-konzistence, rozpory nebo chyby,
- rozlišit mezi informací, argumentem, hypotézou, zdůvodněním, odvozením,
- chápat, že jádro užívaných pojmů spočívá v myšlence, zatímco název je druhotný, a že porozumění nelze osvědčit jen samotným používáním odborných termínů,
- hierarchizovat a systemizovat určitý soubor poznatků,
- vyvodit ze souboru fakt jejich důsledky,
- získané poznatky vědomě prakticky využívat,
- orientovat se v danostech světa,
- samostatně se dále vzdělávat.

(Ve fyzikálním vzdělávání jsme si v této souvislosti zvykli stručně hovořit o vybudování fyzikálního obrazu světa a osvojení fyzikálního způsobu myšlení.) Této erudice nelze na žádné úrovni dosáhnout bez určitého, dosti rozsáhlého, objemu informací – deklarativních znalostí. Skutečné znalosti operační jsou pak nemyslitelné bez dostatečně přesného, výstižného a srozumitelného vyjadřování.

Dosažení těchto kompetencí je základním imperativem každého systematického vzdělávání. Požadavkem, na jehož splnění nelze rezignovat bez katastrofálních důsledků pro intelektuální úroveň národa. Nebezpečí je přitom tím větší, že případný neúspěch se projeví v plné míře až se značným časovým zpožděním, kdy většinu vzniklých škod již bude stěží možné napravit. Mělo by tedy jít o skutečnou prioritu – nejvyšší povinnost všech, kteří za realizaci vzdělávání nesou jakoukoli zodpovědnost. Ne právě vzácným přístupem autorit je však bohužel postoj, který býval dříve často označován slovy politická vyspělost: příčinnivé, víceméně automatické chápání apelu doby, nadřazených či jinak mocných. Jeho důsledkem je současná neutěšená situace, kdy místo podpory a slušného ohodnocení neokázalé každodenní učitelské práce – která rozhodně nepotřebuje trvalé reformy všeho, co ještě zreformováno nebylo – je největší pozornost věnována společenské objednávce, ekonomickým tlakům, koncepčním změnám, novým vyučovacím cílům pro nové tisíciletí, problematice transformace nejnovějších poznatků moderní vědy do výuky, standardizaci učiva, novým didaktickým strategiím a technologiím, atd., atp.

Je naprostou iluzí se domnívat, že změnami koncepcí, strategií či technologií lze více naučit. Spíše než skutečným rozvojem didaktiky jsou tyto tendence její degradací na služku pochybné, nicméně však dnes žádané, dynamizace vyučovacího procesu. A jejich skutečný význam spočívá více ve získávání grantových podpor, ceněných scientometrických bodů, či v uspokojení jiných osobních ambic než v konkrétní pomoci výuce vlastního předmětu.

Od pradávna se ví, že pro učení zaujatý, chytrý a vzdělaný učitel dovede svým svěřencům předat přesně takové množství informací, jaké jsou schopni zvládnout, a rovněž výsledky jejich (a tím i své) práce zkontrolovat. Dovede je motivovat k dalšímu zvidání svým zaujetím pro věc, svým porozuměním a zařazením předmětu do souvislostí života, a tak je získat pro aktivní spolupráci. Výchova právě takových pedagogů by měla být ctižádostí a jedním z nejvyšších cílů všech institucí, které budoucí učitele připravují. Že jde o netriviální záležitost by si měly uvědomit zejména fakulty, které mají sklon – ať už v duchu některých nedobrých vlastních tradic, pod vlivem módních trendů nebo jiných tlaků – chápat studium učitelství fyziky pouze jako jakýsi přílepek k odbornému či jinému typu studia [P3].

Na druhé straně je lichá víra, že laborování s proporcemi deklarativního a operačního vědění nebo prosazování heuristických či jiných metod, i když bude provozováno zodpovědněji než ode zdi ke zdi, vyřeší nějaký vzdělávací problém. Vypěstování kvalitnějších operačních znalostí nelze nadto dosáhnout jen činností samotného učitele. Každý pedagog ví, že dobře vedený, chytrý, bystrý a věci zaujatý žák si i blíže nekomentované deklarativní informace osahá a myšlenkově zpracuje i bez operačních návodů (poněvadž chce vědět, proč jsou věci právě tak a jinak, jak fungují a kam dále vedou). Navíc tyto informace nezbytně potřebuje

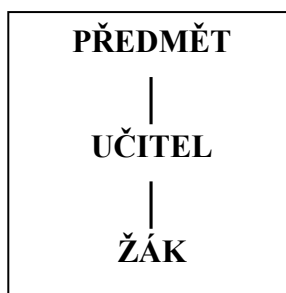


jako materiál k dalšímu přemýšlení i smysluplné praktické činnosti. Slabý a lhostejný žák si naopak zpravidla přivlastní jen konkrétní operační šablonu bez hlubšího porozumění a vědomí souvislostí.

V podstatě politické zadání poskytnout středoškolské vzdělání téměř celé populaci a vysokoškolské vzdělání vyššímu procentu obyvatel vzdělanostní nivó národa nezvýší, ani když bude snaživě podporováno nejnovějšími pedagogickými a didaktickými triky. Spolehlivě však sníží úroveň průměrných absolventů středních a vysokých škol a v důsledku toho i kvalitu těchto škol samých. Nadaných lidí je totiž v každé generaci zhruba stejný podíl, přičemž s menšími mentálními schopnostmi, za kratší dobu a vynaložením menšího úsilí se přes všechny úspěchy pedagogické vědy a veškerou aktivitu reformních týmů nikdo vzdělanějším nestane.

## 5. Moderní pojetí vztahu vzdělávaného a vzdělávajícího

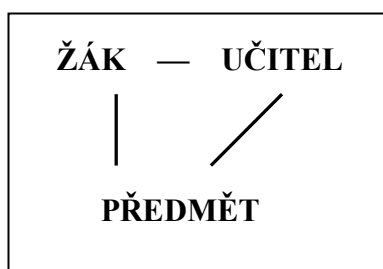
Vyučovací proces je interakcí tří prvků – předmětu, učitele a vzdělávaného subjektu (žáka) –, které jsou individuálně specifické a mění se v čase, kvalitě i kvantitě. Ze samé podstaty vyučovacího procesu plyne, že základem této aktivity je předmět a jako takový musí být respektován jak učitelem, tak žákem. Případný pokus tuto hierarchii změnit a přesunout na první místo učitele či žáka nese značné riziko deformace nebo přinejmenším problematické redukce předmětu; spíše však k ní nezbytně vede. (Aby snad nedošlo k nedorozumění, zdůrazněme explicitně, že toto konstatování není žádnou obsahově-maximalizační výzvou, ale právě naopak, vyjadřuje přirozený požadavek vybrat kvalifikovaně – způsobem a rozsahem odpovídajícím stupni vzdělávání a typu školy – z předmětu to nejpodstatnější a ideově nejvyšší; pochopitelně i s ohledem na přiměřené praktické aplikace.)



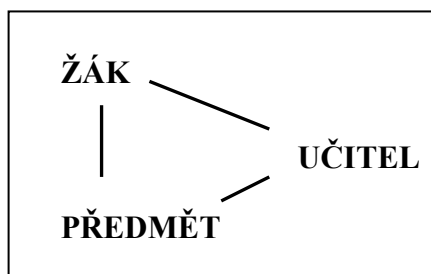
Učitel by pak měl být ve vyučovacím procesu nepochybně nadřazen žákovi. Erudovaný učitel totiž musí mít jasnou představu, čím se má žák zabývat a prosadit ji; a ne nechat na něm, čím se zabývat chce.

Znalost předmětu a odpovědnost k němu i žákovi by učiteli neměly dovolit zacházet s předmětem čistě utilitaristicky podle momentální společenské objednávky nebo ekonomického či jiného tlaku. Rovněž tak by neměly dovolit řediteli školy a případně dalším autoritám, aby takové zacházení připustili nebo dokonce prosazovali.

Novodobé – podle mého názoru nepřijatelné – pedagogické tendence tuto hierarchii převrací na uspořádání



nebo dokonce



V tomto modelu je žák na prvním místě a předmět v podřízeném postavení. Prakticky to znamená, že se z něj vybírají především – a v horším případě pouze – věci zajímavé, zábavné, případně okamžitě použitelné. Učitel pak má být v první variantě žakovým rovnoprávným partnerem, který mu jen radí a inspiruje jej, ve druhé je dokonce jeho osobnosti určitým způsobem podřízen. Při tom se od něj očekává, aby žáka, jenž si toho ovšem je dobře vědom, zaujal. Pokud se to za takových podmínek vůbec může podařit, pak mají jistě největší naději různé audiovizuální efekty – počítačové hry a videoklipy, jinými slovy moderní didaktické technologie. Toto směřování je velmi přehledně zformulováno v jedné z importovaných norem: Science is fun.

Takový přístup znamená smrtelné nebezpečí pro každou disciplínu. Slibuje totiž, že se člověk může stát vzdělaným i bez námahy. Opravdové studium čehokoliv přitom však je, bylo a také vždy bude nanejvýš vážnou, poctivou a tvrdou prací, která ovšem může přinést i mnoho radosti. (Tento druh uspokojení však angličtina vyjadřuje slovem joy a nikoliv fun.) Radosti o to větší, že je zasloužená. Určitě nejde o veselou zábavu, žertování, legraci, švandu (fun). Slibovat něco takového adeptům vzdělanosti je nekalá reklama, „vyučovat“ tímto způsobem je pedagogický zločin – obyčejný podvod záměny skutečné práce povrchním hauzírováním se všemi dalekosáhlými důsledky, které z toho vyplývají. Dobrý učitel by měl, samozřejmě, prezentovat svůj předmět tak zajímavě a přitažlivě, jak je to jenom možné, v žádném případě jej však nemůže nechat zplanět do „veselé zábavy“. Za jeden z hlavních úkolů školy se vždy považovalo vypěstovat ve svých svěřencích také zodpovědnost a pracovní návyky. V souvislosti s novodobými vzdělávacími tendencemi je tedy namístě rovněž otázka: Kdy a jak by žák měl, po devatenáctiletém až pětadvacetiletém hraní, začít pracovat?

Psychologové upozorňují, že současná škola, která stále více přebírá funkci, jež má plnit rodina, vykazuje znaky přeměny od tzv. školy otcovského typu ke škole mateřského typu [15].

<p><b>ŠKOLA OTCOVSKÉHO TYPU</b></p> <p><b>AUTORITÁŘSKÁ</b></p> <p><b>Vyžaduje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• volní úsilí</li> <li>• řád</li> <li>• kázeň</li> <li>• odklad uspokojení potřeb, čímž zvyšuje frustrační toleranci</li> <li>• volbu spolu se zodpovědností, která z ní vyplývá</li> <li>• vlastní iniciativu</li> </ul> <p><b>Je charakterizována:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podmíněnou láskou (kladná odezva je projevem uznání výkonu)</li> </ul> <p><b>ŽÁK VNÍMÁ UČITELE JAKO IDENTIFIKAČNÍ AUTORITU</b></p> <p><b>VYCHOVÁVÁ ZRALÁ (DOSPĚLÁ) INDIVIDUA</b></p>	<p><b>ŠKOLA MATEŘSKÉHO TYPU</b></p> <p><b>OCHRAŇUJÍCÍ, PEČUJÍCÍ</b></p> <p><b>Umožňuje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• maximalizování libosti</li> <li>• volnost</li> <li>• nezávaznost</li> <li>• okamžité uspokojení potřeb, čímž snižuje frustrační toleranci</li> <li>• volbu bez nutnosti nést její důsledky</li> <li>• pasivitu, nesamostatnost</li> </ul> <p><b>Je charakterizována:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nepodmíněnou láskou (kladná odezva je samozřejmostí)</li> </ul> <p><b>ŽÁK OČEKÁVÁ OD UČITELE POROZUMĚNÍ, POMOC, OCHRANU</b></p> <p><b>UDRŽUJE V ZÁVISLOSTI NA OBSLUZE (NEDOSPĚLOSTI)</b></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Škola mateřského typu nepěstuje smysl pro povinnost, vede k nezakotvenosti, nechuti podřídit se čemukoli nepohodlnému, k odkládání či negaci nepříznivých důsledků případné vlastní volby, k fragmentaci života, k infantilizaci. [P4]

## 6. Současné postavení výuky fyziky

Postavení výuky fyziky na jakémkoli typu školy je do značné míry ovlivněno postojem společnosti k fyzice samé. Není žádným tajemstvím, že už tak dost malá popularita fyziky – poprvé na ni výrazněji upozornil již v polovině minulého století ve své proslulé přednášce *Dvě kultury* Charles Percy Snow [2] – v současné postmoderní době v západním světě ještě více klesá. Poněvadž je tato skutečnost všeobecně dobře známa a na mnoha místech bohatě diskutována (nedávno například ve velmi pěkném snadno dostupném článku [16]), omezím se již jen na několik heslovitých poznámek týkajících se těch důvodů malého zájmu o fyziku i její výuku, které souvisejí s předcházejícími částmi tohoto sdělení.

- Pro současnou západní konzumní civilizaci je charakteristický odklon od *otázek po bytí k otázkám po užítkování*. Zejména nastupující generace se méně – pokud vůbec – ptá *Proč to funguje?, Jak to funguje?, ...*, ale více/pouze ji zajímá *Jaký z toho mohu mít prospěch?* Tato skutečnost nepochybně souvisí se změnou způsobu výchovy od *autoritářského k ochraňujícímu* nebo, jinými slovy, změnou postoje od zralého k méně zralému.
- Fyzika studuje základní přírodní zákonitosti. Ty byly vždy většinou lidí – díky jejich běžné zkušenosti (zvyku) – chápány jako samozřejmé danosti. Například na sdělení *Prší! zareaguje řadový občan No a?* Skutečně málokoho napadne v této souvislosti otázka *Proč?, Čím je to způsobeno?, Co se při tom vlastně detailně děje?*, a to tím spíše, že vyčerpávající odpověď není nijak triviální.

- Fyzika je obtížná disciplína. Má-li být provozována poctivě, a ne jako kratochvilné hrátky, vyžaduje systematickou, důslednou, vytrvalou práci, které jsou lidé vychovávaní podbízivým způsobem nejen čím dál méně schopni, ale nejsou ani ochotni potřebnou námahu vynaložit. (Stačí znovu připomenout světové *Science is fun, Less is more, ...*, ale už i odvozené domácí *Nevaž se, odvaž se, Nech se vést chutí, ...*) Vysokému zájmu se naopak těší vzrušující vyprávěnky o vyspělých tématech, lákající neerudované publikum úchvatnou nepochopitelností, nebo ještě populárnější paranormální jevy, o nichž lze rozprávět zcela nezávazně. [P5]
- Společenská prestiž exaktních věd, a fyziky zvláště, je nízká. Konkrétním projevem této skutečnosti – určitě však ne cestou k nápravě – je již zmíněné snižování hodinové dotace její výuky (např. [11], [17]), její integrace do jednoho předmětového celku s ostatními přírodovědnými disciplínami (např. [18]), ... [P6]. Při dalším pokračování v tomto směru bude fyzika brzy skutečně jen pro legraci.
- Společenská prestiž učitelského povolání – navzdory některým žebříčkům v novinových přílohách, které se zdají ukazovat opak – je nízká. O jeho finančním ocenění si už nedělají iluze ani noviny.

Poděkování: Děkuji PhDr. Blance Bouchalové za cenné konzultace psychologických aspektů.

### Literatura a poznámky:

- [1] Nečesal L.: *Standardizace gymnaziálního učiva fyziky – Molekulová fyzika a termika*. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta MU, Brno 1999.
- [2] Snow C. P.: *The Two Cultures*. In: *New Statesman*, 6<sup>th</sup> October 1956. (Knižní vydání: *The Two Cultures: And a Second Look*. Camb.Univ.Press, Cambridge 1963).
- [3] Weisskopf V.: *Of Knowledge, Wonder and World Peace*. Tech. Rev. **85**, n. 4 (1982), přetištěno v Weisskopf, V.: *The Privilege of Being a Physicist*. Freeman, New York 1988.
- [4] Alonso M.: *Can Education Be Rescued?* Am. J. Phys. **59**, n. 7 (1991) 584.
- [5] Arons A. B.: *Cesta k přírodovědné gramotnosti*. Školská fyzika **VII**, č. 3 (2001) 61, přeloženo z anglického originálu: Arons A. B.: *Achieving Scientific Literacy*. Deadalus, Spring 1983.
- [6] Mayerová C.: *Komu školskou reformu?* Lidové noviny, 28. května 1994.
- [7] Arons A. B.: *Teaching Introductory Physics*. J. Wiley & Sons, New York 1997 (a prameny tam citované).
- [8] Kundra O.: Svoboda učitelům. V: Respekt, 30. září 2002 (č. 40).
- [9] Macháček M.: *Fyzika. Sbíрка úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Tauris, Praha 2001.
- [10] Lawson A. E.: *The Reality of General Cognitive Operation*. Sci. Education **66**, No. 2 (1982) 229.
- [11] Veverka J.: *K hodinové dotaci gymnaziálního kurzu fyziky*. Ve: Svoboda E., (red.): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu (sborník ze semináře Vlachovice 4.–6. dubna 2002)*. MAFY, Hradec Králové 2002 (ISBN 80-86148-59-9), str. 8; upravená verze bude publikována ve Školská fyzika **VIII**, č. 1 (2003).
- [12] Drozd Z.: *Fyzika se musí učit jinak*. Ve: Lidové noviny, 10. ledna 2003.
- [13] Koudelková I.: *Fyzika může bavit děti i učitele*. Moderní vyučování č. 5 (2002); článek je dostupný i na adrese:  
<http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka/Clanky/ClanekModerVyuc.htm>
- [14] Karpenko V.: *Jak učinit jablka rovná pomerančům? (Vědci a pedagogové na vysokých školách)*. Lidové noviny, 26. února 1994.

- [15] Weatherill R.: *Cultural Collapse*. Free Associations, London 1994.
- [16] Abragam A.: *Proč se zabývat fyzikou?* Pokroky matematiky fyziky a astronomie **46**, č. 4 (2001) 280.
- [17] Krejčí J.: *Podmínky pro realizaci cílů ve výuce fyziky, pomůcky při maturitní zkoušce z fyziky*. Ve: Svoboda E., (red.): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu (sborník ze semináře Vlachovice 4.–6. dubna 2002)*. MAFY, Hradec Králové 2002 (ISBN 80-86148-59-9), str. 70.
- [18] Maršák J.: *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Ve: Svoboda E., (red.): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu (sborník ze semináře Vlachovice 4.–6. dubna 2002)*. MAFY, Hradec Králové 2002 (ISBN 80-86148-59-9), str. 38.
- [19] Šámal M.: *Učení nikdy nebude hrou*. Respekt, 7. října 2002 (č. 41).
- [P1] „*Tradiční představa ukázkové hodiny, v níž učitel všechno vysvětlí, zapíše přehledně na tabuli, třeba provede i pokus a pak žákům nadiktuje závěry do sešitu, je scestná.*“ [12]
- [P2] „*Projekt Heuréka využívá heuristickou metodu výuky. A to ne jako jednu z mnoha metod, ale jako systém, ve kterém děti pracují.*“ [13]
- [P3] Rozdělení studia učitelství na bakalářský a magisterský stupeň, mechanické stanovení vysokého procenta volitelných předmětů, požadavek prostupnosti s jinými – neučitel-skými – studijními obory, stanovení ekvivalencí – mnohdy však fyzické spojení výuky – některých předmětů těchto oborů, tendence omezovat počet hodin kontaktní výuky, to vše přineslo řadu ne-li škod, tedy aspoň značných komplikací. Nadto důraz kladený na vědecko-výzkumný charakter akademických pracovišť, jemuž jsou přizpůsobena i veškerá evaluační kritéria, a neschopnost či nevěle uznat, že příprava budoucích učitelů je stejně důležitým, záslužným a kvalifikovaným úkolem vysoké školy [14], vede k tendenci prezentovat tuto aktivitu jako těsně spojenou s vědecko-výzkumnou činností, přestože tomu tak není a být by nemělo.
- [P4] Dnešní trend zvyšování zábavnosti výuky, slevování nároků, nekonečného motivování zvykaného lhostejného žactva má ve skutečnosti kontraproduktivní účinek. Neboť jenom to, co člověk získává s vynaložením námahy, se může stát jeho spolehlivou intelektuální výbavou, která mu umožňuje se orientovat v okolním světě a formulovat svoje životní postoje. Nabízí se ovšem kacířská otázka, zda v povrchní dynamické současnosti není něco takového spíše na obtíž. V mnoha směrech je totiž naopak pohodlnější nebýt příliš hluboce zakotven. V případě potřeby, např. při změně převažujícího názoru či společenské nálady, je pak člověk pružnější, takže mu nečiní potíže zaujmout vždycky místo „na správné straně barikády“.
- [P5] „*Nic na světě není zadarmo, ani nabytí jakékoli skutečné vědomosti či dovednosti. Kdo tvrdí opak, vědomě nebo z hlouposti lže. Bez úsilí se neobejdou ani talentovaní jedinci a čím méně máme kdo vrozeného nadání, tím více musíme investovat tvrdé práce. Námaže při učení se nelze vyhnout – dobrý učitel ji však dokáže motivovat a zajistit její efektivní využití, čímž proces učení velmi usnadňuje. O tom je podle mého názoru „škola hrou“, nikoli o samovolném, bezbolestném a radostném nabývání poznatků při rozpustilých hrátkách.*“ [19]
- [P6] „*Schopnost komunikace a nověji také orientace v informační společnosti patří k prioritám vzdělávání na všech stupních. Nejsou to však klasické „předměty“ a nemohou je nahradit. Dosud osvojený rozsah vědomostí limituje účinnost samostatného vyhledávání informací: pracovat mohou pouze s pojmy, které znám. Nové lze samostatně získat teprve po dosažení určité úrovně znalostí a jen do určité míry. Po jejím překročení se z žáka či studenta stává samouk. Také „shrnovat látku“ více předmětů v „širších souvislostech“ je možné teprve po důkladném pochopení látky jednotlivých předmětů. Obráceně to nejde.*“ [19]

## Projektová výuka fyziky, matematiky a chemie na PdF MU

Vladislav Navrátil\*, Jiřina Novotná\*\*, Milan Soldán\*\*\*, Pedagogická fakulta MU, Brno

### 1. Výuková projektová metoda

Projektová metoda je vyučovací metoda, v níž jsou žáci vedeni k řešení komplexních problémů a získávají zkušenosti s praktickou činností a experimentováním. Je odvozena z pragmatické pedagogiky a principu instrumentalismu, rozvíjených v USA J. Deweyem, W. Kilpatrickem aj. Tato metoda rozvíjí zejména motivaci žáků a jejich kooperativní učení. Projekty mohou mít formu integrovaných témat, praktických problémů ze životní reality a vedou zpravidla k vytvoření nějakého výrobku, nebo výtvarného či slovesného produktu [1].

Základní principy výukové projektové metody lze shrnout do následujících bodů [2]:

- Uspokojování potřeby nových zkušeností, aktivního střetávání se světem, potřeby vlastní zodpovědnosti a seberealizace. To vše rozvíjí *iniciativu, aktivitu, tvořivost, samostatnost, organizační schopnosti a dovednost plánovat práci*.
- Aktuálnost situace – podněty, se kterými se pracuje v projektech, jsou aktuální tím, že přicházejí ve smyslu *nyní a zde*. Vycházejí z osobní situace jednotlivce, školního prostředí a blízkého i širšího společenského prostředí.
- Interdisciplinarita – nabízí celistvé poznání. Obsah vzdělávání, který je orientovaný na životní dovednosti, nemůže být rozdělený do oddělených vyučovacích předmětů, ale má *integrovaný charakter*. Zdůrazňuje se potřeba respektovat *globální vnímání* skutečnosti.
- Seberegulace při učení – student si plánuje a hodnotí svůj projekt. Získává dovednosti plánovat vlastní práci, rozvrhnout ji v čase, dokončovat ji i přes překážky a nést za ni plnou zodpovědnost.
- Orientace na produkt – projekt míří co nejvíce k životu, kde práce přináší také produkt a stvrzuje tak smysl učení. Proto projektové vyučování vyžaduje *dokumentaci průběhu a výsledků*, jejich *prezentaci* ve škole i mimo ni.
- Skupinová realizace – propojení činnosti studentů ve smyslu týmové práce. Moderní doba s sebou přináší převážně takový způsob práce. Skupinová realizace projektů předpokládá určité *kooperativní dovednosti* a umožňuje účastníkům projektů se v těchto dovednostech zdokonalovat – různí studenti mohou projekt obohatit o různé úhly pohledu.
- Společenské uplatnění – vazba, která spojuje školu se životem společnosti. To se projevuje zejména v *orientaci vzdělávání na dovednosti*, které potřebuje člověk každodenně, *snaha o praktické využití výsledků projektu* a schopností *samostatně vyhledávat informace*.
- Problémová situace – při práci na projektu studenti narážejí na obtíže a o jejich překonání se musí poučit v literatuře, u odborníka apod.

Z uvedených principů plyne, že fyzika, matematika a chemie jsou svojí podstatou *velmi vhodné pro využití výukové projektové metody* (např. fyzika je základem všech přírodních věd → interdisciplinarita. Metoda poznávání ve fyzice má svoji standardní podobu, použitelnou i při řešení projektu apod.).

Autoři příspěvku se s projektovou metodou výuky fyziky seznámili velmi podrobně během svého pobytu na Univerzitě v Roskilde (Dánsko) [3].

---

\* Doc. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc., navratil@ped.muni.cz

\*\* PhDr. Jiřina Novotná, Ph.D., novotna@ped.muni.cz

\*\*\* Doc. RNDr. Milan Soldán, CSc., 2223@mail.muni.cz

## **2. Projektová metoda na Univerzitě v Roskilde**

Uprostřed dánského ostrova Sjaelland se na konci 50 km dlouhého fjordu nachází malebné město Roskilde, ve středověku hlavní město Dánska a významné kulturní středisko celé Skandinávie. Dominantou města je známá katedrála, pocházející již z 12. století a návštěvníci z České republiky jistě zaregistrují skutečnost, že královna Dagmar, původem z Čech, měla právě zde své sídlo.

Myšlenka na zřízení Univerzity v Roskilde vznikla po roce 1968 jako reakce na studentské bouře, které v 60. letech našeho století zachvátily celou Západní Evropu. Dánští studenti požadovali větší vliv na organizaci svého studia, větší sepětí s praxí a dokonalejší sociální podporu během studia. Jejich myšlenky našly odezvu a pochopení u politiků a byly realizovány jako experiment právě na Univerzitě v Roskilde. První studenti byli na univerzitu zapsáni v roce 1972 a od té doby se Univerzita v Roskilde stala známou jako centrum experimentů v pedagogických a interdisciplinárních studiích. Je to též politický a administrativní experiment: jak by měly být moderní univerzity řízeny? Studenty, učiteli, nebo politiky? Od samého začátku činnosti univerzity bylo zdůrazňováno, že Univerzita v Roskilde by měla být univerzitním centrem, nikoliv univerzitou v tradičním slova smyslu. V Dánsku již existují 3 univerzitní centra, Univerzita v Roskilde, Univerzita v Odense (založená v roce 1960, univerzitním centrem se stala v letech 1970–1978) a Univerzita v Aalborgu (od roku 1974).

Jak již bylo uvedeno, posláním univerzitního centra má být řešení všech výše zmíněných problémů. *Univerzitní centrum* je optimálním způsobem skloubené vzdělávání a výzkum, tj. jedná se o vyučování, založené na výzkumné bázi (kratší studijní programy, podporované konkrétním výzkumem).

Státní Univerzita v Roskilde, zvaná „Roskilde University Centrum“ (RUC), byla postavena jako kampus tak, že je v dosahu kvalitní městské dopravy jak z Roskilde (5 km), tak i z Kodaně (asi 30 km). Architektonicky představuje komplex budov, soustředěných kolem centrální komunikace pro chodce. Jednotlivé budovy jsou rozděleny na menší jednotky, označované jako „domy“. Studenti jsou přiřazeni k domům podle předmětu studia a ročníku, ve kterém studují (v průměru připadá na jeden dům asi 100 studentů a 4–6 učitelů). Každý dům se skládá z řady laboratoří, místnosti pro učitele, posluchárny a společenské místnosti. Zvláštní budovy fungují jako mensa, administrativní centrum, velké posluchárny, tiskové centrum, centrální knihovna apod. Na RUC studuje celkem asi 6000 studentů, počet všech zaměstnanců je asi 630. V celém centru je praktikován program cirkulace učitelů mezi vzděláváním a speciálními výzkumnými odděleními.

RUC začalo pracovat jako experimentální varianta v roce 1972 a od té doby plní základní dva úkoly. První spočívá v odlehčení Univerzity v Kodani a druhý, podstatnější, v experimentování s mnohem flexibilnějším studijním programem a strukturou, vynucenou moderní společností. Cílem je dosáhnout nejvýhodnější kombinace obecných znalostí se specializovanými expertízami, založenými na specifických znalostech a metodách, které vyžaduje rostoucí trh práce.

RUC je charakterizováno interdisciplinárními, problémově orientovanými a projektově organizovanými pracemi ve skupinách. To znamená, že struktura výuky není kompatibilní s ostatními univerzitami v rámci EU. Hodnocení studentů na RUC je zaměřeno na práci ve skupinách, pro kterou jsou přednášky teoretickým základem. Od studentů se očekává, že porozumí základním znalostem prostřednictvím vypracovaného projektu a problémově orientované práce ve skupinách. Student je tedy hodnocen na základě výsledků projektu.

Motivace je hlavním bodem studijního programu. Je jí dosaženo tím, že studentům je dán návod na potřebnou studijní literaturu a způsob studia. Zvláštní studijní formy na RUC jsou vhodné i pro cizince, neboť jim usnadňují studium více, než tradiční univerzity (studenti pracují v malých skupinách, spolupracují jak se spolužáky z Dánska, tak i s učiteli, odpovědnými za činnost dané skupiny).

Většina studentské činnosti je soustředěna na práci ve skupinách, které vytváří studenti podle svého výběru na začátku semestru. Každá skupina má svého supervisory – učitele, který byl jmenován vědeckou radou univerzity a dané skupině přidělen. Ve výběru řešeného problému je poměrně velká volnost, téma však musí být v souladu s učebním plánem univerzity. Projekty mají nejčastěji interdisciplinární charakter, podobně jako problémy, řešené v reálném světě. Skupiny pracují tak, že jejich členové shromažďují materiál, čtou, diskutují, navštěvují různé instituce, osoby, firmy, semináře, kurzy a pracují v laboratořích. Obecně řečeno, práce ve skupině ovlivňuje činnost studentů, nutí je studovat vše, co zapadá do rámce projektu. Na závěr semestru jsou výsledky publikovány ve formě zprávy, obhajované studenty – jejichmi tvůrci.

Studenti rovněž navštěvují přednášky a semináře, kterých existuje dostatečný počet, povinných i volitelných. Některé z nich jsou zaměřeny na téma, společné s řešenými projekty, jiné pomáhají studentům získat širší rozhled v daném vědním oboru. Počet těchto přednášek je však přirozeně menší, než je tomu při tradičním způsobu výuky.

Interdisciplinarita, projektově organizovaná skupinová práce, výzkum a vyučování na RUC nejsou limitovány hranicemi subjektu, nebo konvenčním myšlením. Naopak, otevřenost, flexibilita, inovační myšlení a dynamika je to, co charakterizuje výzkum a pedagogickou činnost na této univerzitě.

### **Ústavy na RUC**

1. Ústav chemie a biologie.
2. Ústav matematiky a fyziky.
3. Ústav geografie a mezinárodních studií.
4. Ústav životního prostředí.
5. Ústav historie a sociální teorie.
6. Ústav jazyků a kultury.
7. Ústav informatiky.
8. Ústav sociálních věd.

### **Struktura studia na RUC**

Studium na RUC trvá 3, 5 nebo 8 let. První dva roky získá student základní vzdělání v těchto oborech: *humanitní vědy, přírodní vědy, sociální vědy*.

Cílem prvních dvou let studia je dát studentům úvodní vzdělání v každé z uvedených oblastí. Studenti získají teoretické a metodologické základy hlavních předmětů z uvedených oblastí, rozvinou své komunikativní písemné a ústní znalosti a rovněž získají znalosti psaní písemných zpráv. Tyto aktivity je připraví nejen na další studium, ale také na zaměstnání, které vyžaduje nezávislost, zralost a schopnost vzájemné spolupráce. Po těchto dvou letech je studium specializováno tak, aby umožnilo studentům vybrat si dva předměty pro jejich bakalářskou, nebo magisterskou kvalifikaci.

Studenti získají bakalářský titul (B.A., nebo B.Sc.) po třech letech studia, včetně základních dvou ročníků. Magisterskou kvalifikaci (M.A., M.Sc.) získají podle výběru kombinací předmětů za 5 let (opět včetně základních dvou let studia). V principu lze kombinovat jakékoliv dva předměty s výjimkou těch, které jsou příbuzné (neakceptovatelné kombinace jsou známy). Postgraduální studium je realizováno jako 3-letý program (titul Ph.D.).

### **3. Využití zkušeností z RUC na PdF MU**

Studium fyziky, matematiky a chemie probíhá na PdF MU, stejně jako na jiných univerzitách v ČR tradičním způsobem a bylo dosud čtyřleté. V současné době je připravována změna studia na dvoustupňové, pětileté. Změna studia bude doprovázena i některými opatřeními, která bude třeba řešit (např. snížení počtu kontaktních hodin výuky). Tyto změny, spolu s trvale klesající úrovní matematicko-fyzikálních znalostí studentů, přicházejících na PdF MU, by mohly vést k poklesu úrovně studia přírodních věd a matematiky. Jedním z opatření, které



by mohlo omezit negativní dopad těchto nových skutečností, je zavedení prvků projektové výchovy do výuky našich studentů a tím využít jejich přirozené snahy o seberealizaci, samostatnou práci apod.

Na katedrách fyziky, matematiky a chemie PdF MU využíváme zkušeností, získaných na RUC a ověřujeme si možnosti vypracování, dosud na bázi dobrovolnosti, projektově organizovaných skupinových prací v podmínkách PdF MU. Pro tento účel bylo vytvořeno několik dvou až čtyřčlenných skupin studentů (studijní obory Ma-Fy, Fy-Ch a Ch-M) a spolu s nimi bylo koncipováno několik témat. Jako příklad uvádíme 4 témata:

První z témat bylo nazváno „*Výroba, spotřeba, odpad*“. Řešitelé tohoto úkolu ve své práci sledují výrobu jako společenskou činnost, produkující spotřební zboží, které se dříve či později stane odpadem, průmyslový odpad, vznikající při výrobě primárního produktu a odpad v tom nejširším slova smyslu, se zaměřením především na obalovou techniku a obalový materiál. Práce předpokládá rovněž využití širokých vazeb s ekologií a environmentalistikou.

Druhé téma „*Povrchové napětí v teorii a praxi*“ je zaměřeno do dvou oblastí. V první, teoretické, byly zpracovány základní teoretické otázky jevu povrchového napětí z pohledu dvou příbuzných disciplín, chemie a fyziky a ve druhé, orientované na praktickou stránku jevu, se řešitelé věnovali zejména praktickému využití povrchového napětí, tj. chemickému složení povrchově aktivních látek (mýdla, saponáty apod.) a takovým technologickým postupům, jako je praní, čištění, využití v zemědělství a průmyslu.

Třetí téma s názvem „*Elektrolýza*“ se zabývá teorií i praxí uvedeného jevu. Řešitelé zpracovali nejen písemnou zprávu, ale výsledkem jejich práce byla i souprava velmi kvalitně navržených a prakticky zhotovených pokusů.

Čtvrté téma „*Matematika pro fyziky*“ si klade za cíl vymezit jistý minimální soubor matematických poznatků, které potřebuje student fyziky na PdF MU pro své studium.

Zpracování všech témat mělo formu písemné ročníkové práce a každá práce byla obhájena před studenty a učiteli uvedených kateder PdF MU. Některé z prací mohou být využity i ve výuce a dále mohou být rozšířeny i na práce diplomové.

Na základě takto získaných zkušeností a za podpory grantu z FRVŠ MŠMT bychom chtěli v následujícím školním roce rozšířit počet skupin nejméně na dvojnásobek a tím zapojit do tohoto typu studia více studentů. Jsme přesvědčeni, že přínos bude oboustranně užitečný. V případě pedagogů to bude využití především pro snadnější formulaci diplomových prací a v případě studentů pro snadnější vypracování těchto prací.

Jak se bude tato forma týmových prací vyvíjet do budoucna nelze zatím odhadnout, neboť musí být v souladu s nově navrhovaným dvoustupňovým studiem na PdF MU. Předpokládáme však, že bude rozhodně přínosem ve vzdělávání budoucích učitelů, zejména co se týká jejich samostatného přístupu k zadaným problémům.

#### **4. Závěr**

V našem příspěvku jsme se pokusili o shrnutí našich zkušeností s projektovou výukou v zahraničí a u nás. Na Univerzitě v Roskilde, kde je projektové vyučování hlavní formou výuky, jsou zkušenosti s ní (podle vyjádření jednoho z tamních vyučujících, Dr. Petra Viščora) jak pozitivní, tak i negativní.

K těm pozitivním patří například:

- samostatnost studentů při řešení vybraných problémů,
- výchova k interdisciplinárnímu myšlení a jednání,
- výchova ke kolektivnímu způsobu řešení problémů,
- snadnější zapojení absolventů do praxe po skončení studia.

Projektová výuka má však i své nedostatky, zejména je-li aplikována jako jediná. Patří sem např.:

- výuka není kompatibilní s tradiční výukovou metodou, prováděnou na většině univerzit na světě (a s tím související obtíže s přestupem mezi univerzitami),
- získané poznatky nejsou celistvé, v některých oblastech jsou nadprůměrné, v jiných naopak mohou zcela chybět.

Na základě těchto poznatků začínáme na PdF MU uplatňovat projektovou výuku jako doplňkovou. Dosud získané výsledky nás opravňují k tvrzení, že takto uplatňovaný způsob výuky může vést jak ke zlepšení studijních výsledků, tak zejména ke zvýšení zájmu o studium fyziky, matematiky a chemie.

### **Literatura:**

- [1] Průcha J. a kol.: *Pedagogický slovník*. Portál, Praha 1998.  
[2] Singule F.: *Americká pragmatická pedagogika*. SPN, Praha 1990.  
[3] Navrátil V., Soldán M.: *Chemický občasník*, PAIDO Brno, PdF MU Brno, **6**, 1, p. 52–54.

---

Předloha sborníku vznikla na přístrojích a materiálech firmy MINOLTA.

**MINOLTA, spol. s r. o.**  
výhradní zastoupení  
Na Dlouhých 51, 312 01 Plzeň  
tel.: 377 263 400, fax: 377 267 408  
<http://www.minolta.cz>



## **Diskuse EPS o výuce fyziky na ZŠ a SŠ**

Jan Obdržálek\*, MFF UK, Praha

V loňském létě, 24.–28. 6. 2002, se konalo diskusní fórum Teaching Physics – a European Confrontation, organizovaný Centre de Physique Théoretique des Houches v kouzelném prostředí francouzských Alp. Akce se konala v rámci aktivit EPS, Physics Education Division, Pre-university section. Zúčastnilo se jí přes 50 zástupců ze 23 evropských zemí (v anglické abecedě od Albánie po Jugoslávii), EUPENU a matematiky (kterou výborný organizátor konference prof. Jacques Treiner prohlásil za nikoli zemi, ale celý kontinent).

Čtyři klíčové oblasti byly:

1. Fyzika jako specifická oblast vědy
2. Curriculum
3. Vyhodnocování
4. Jak přitáhnout více studentů k vědeckým disciplinám obecně (a k fyzice speciálně), samozřejmě s velkým množstvím dílčích podotázek.

Fórum mělo formu krátkých referátů a dlouhých rozhovorů v menších skupinách, vytvořivších se na místě podle zájmu. Většina přítomných prezentovala mj. jejich strukturu školství, a to i vysokého, jakkoliv byla diskuse zaměřena hlavně na středoškolskou výuku fyziky, zabývala se zcela přirozeně i vysokoškolskou, totiž výukou učitelů fyziky. Rozsáhlý dotazník, který vyplnili zástupci většiny zemí, sestavil a vyhodnotil prof. Michael Volme, měl by vyjít v březnovém čísle European Journal of Physics. O činnosti EUPEN referoval jeho představitel, prof. Hendrik Ferdinande.

Velmi zajímavý je projekt Open University, týkající se univerzitní výchovy dospělých lidí, a to jak rekvalifikační, tak i pro rozšíření znalostí z oboru. Na rozdíl od Univerzit třetího věku, majících význam hlavně sociální, zde jde o zcela plnohodnotné vzdělání, mající na trhu práce stejnou cenu jako jakékoliv jiné vysokoškolské vzdělání. Forma výuky je ovšem převážně externí. Referoval o něm jeho vedoucí prof. Robert Lambourne, z osmidílného kurzu mám k od něj dva díly (mechanika) a CD pokrývající kurz celý.

Od účastníků jsem dílem koupil, dílem dostal několik CD s multimediální prezentací výuky fyziky (mechanika, elektřina), věřím, že na našem setkání je budu moci předvést.

Pro individuální kontakt přikládám seznam našich adres.

---

\* Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Jan.Obdrzalek@mff.cuni.cz

Pays	Noms	e-mail
EUPEN	Hendrik Ferdinande	hendrik.ferdinande@rug.ac.be
Mathématiques	Michel Merle	merle@math.unice.fr
Albania	Halil Sykja	hsykja@fshn.tirana.al
	Bejo Duka	bduka@fshn.tirana.al
Biélorussia	Victor E. Borisenko	borisenko@bsuir.unibel.by
Bulgaria	Ivan Lalov	upb@phys.uni-sofia.bg
Croatia	Planinka Pecina	planinka@phy.hr
Czech Republic	Jan Obdrzalek	jan.obdrzalek@mff.cuni.cz
Estonia	Madis Reemann	madis@htg.tartu.ee
France	Bernard Roulet	roulet@gps.jussieu.fr
	Jacques Treiner	jacques.treiner@noos.fr
	Edith Piganeau	edith@club-internet.fr
	Jean-Marie Sauvage	jean-marie.sauvage@univ-lille.fr
	Mustapha Wafra	mwafra@wanadoo.fr
Germany	Werner Schneider	werner.schneider@physik.uni-erlangen.de
	Irmgard Heber	heber@hrzpub.tu-darmstadt.de
	Michael Vollmer	vollmer@fh-brandenburg.de
Greece	Ioannis Samaras	samaras@skiathos.physics.auth.gr
	Maria Tsakiri	mtsakiri@auth.gr
Israel	Joan Adler	phr76ja@tx.technion.ac.il
Italy	Rosamaria Sperandeo	sperande@fisica.unipa.it
Lituanie	Saule Vingeliene	saule.vingeliene@spc.smm.lt
	Gintaras Dikcius	gintaras.dikcius@ff.vu.lt
Netherlands	Hans Jordens	h.jordens@phys.rug.nl
	SonjaFeiner-Valkier	s.feiner.valkier@tue.nl
	Jan Bartend Vrijdaghs	vrijdaghs@phys.leidenuniv.nl
Norway	Carl Angell	carl.angell@fvs.uio.no
	Astrid Johansen	
Poland	Miroslav Los	mlos@pczta.onet.pl
	Magda Staszal	magda.staszal@fuw.edu.pl
Portugal	Manuel Fiolhais	tmanuel@teor.fis.uc.pt
	Maria da Graca Santos	graca.s@mail.telepac.pt
Roumania	Radu Chisleag	chisleag@physics.pub.ro
Slovénie	Gorazd Planinsic	gorazd@fiz.uni-lj.si
Spain	Manuel Yuste Llandres	myuste@ccia.uned.es
	Carmen Carreras	ccarreras@ccia.uned.es
Switzerland	Tybor Gyalog	tibor.gyalog@unibas.ch
	Jean-Philippe Ansermet	jean-philippe.ansermet@epfl.ch
Sweden	Jan Schoultz	jan.schoultz@ituf.liu.se
	Gunnar Tibell	gtibell@tsl.uu.se
United Kingdom	Robert Lambourne	r.j.lambourne@open.ac.uk
	Susan Fletcher	fletchsue@hotmail.com
	John Lewis	jll@malcol.org
Yugoslavia	Vera Bojovic	supastar@eunet.yu
	Maia Garic	gara@im.ns.ac.yu

## K výchově budoucích učitelů

Jan Obdržálek\*, MFF UK, Praha

### Škola v naší době

Vždy, v každé době byla hluboká propast mezi vrcholy vědy (špičkové znalosti doby) a mezi tím, co se učilo na škole (jistě minimum určené prakticky všem); ne každá doba tento rozpor reflektovala. My, současní učitelé budoucích učitelů, si to uvědomujeme; musíme se přitom vyrovnat s řadou okolností v naší době zvláště významných:

- Mnohé předměty denního používání (mobil, televizor, léky) jsou natolik složité, že ani pro zasvěceného není jednoduché porozumět, jak a proč fungují. Není ani jednoduché stát se zasvěceným, ba ani to pro většinu lidí není reálné. (Naštěstí to také většina necítí jako nutné.)
- Učitel již dávno není tereziánský „nositel osvěty nevědomým“ (vedle kněze). Masová média a zejména Internet nabízejí prakticky celé naší populaci obrovské množství informací. Ty mají různou hodnotu a je jaksi na jejich konzumentech, aby vybírali – chce-li se jim a umějí-li to (Naštěstí všeobecná demokratizace se projevuje i tím, že se od učitele neočekává vševědoucnost.)
- Jednoduchá řešení byla a jsou vždy svůdná, i za cenu minimální predikační hodnoty; je jistě jednodušší klasifikace jin–jang, nežli biologický rozbor složení potravy a potřeb lidského těla. Přijetí takových zjednodušení si však řada lidí racionalizuje odmítáním těch složitějších postupů, tedy vědy.
- Společenské postavení učitele u nás je složité a nejednoznačné. Na jednu stranu některé průzkumy veřejného mínění [1] vykazují velmi vysokou všeobecnou úctu k profesi učitele, na druhou stranu koluje řada vtipů (zejména na učitelky), což nelze jednoduše ignorovat ani jako přežitek z dob nedávno minulých, ani jako jistou kompenzační snahu (jako byly v antickém Římě posměšné písničky na vojenské velitele). Každý ví a potvrdí, že vždy byli učitelé dobří a špatní (ať už to znamená cokoliv), a i nyní ovšem je široké, velice nehomogenní spektrum kvalit učitelských. Navíc finanční ohodnocení [2], nyní podstatně významnější než dříve, nelze snadno výrazně vylepšit už proto, že učitelů je celostátně podstatně víc, než příslušníků jiných profesí.

Složitost světa kolem nás se vším všudy, nemožnost přesného popisu na jedné straně a exaktnost matematiky a fyziky na straně druhé vede snadno k odtržení. V představách mnoha žáků je prostě školská fyzika jakýmsi světem samým pro sebe: v lepším případě je to věž ze slonoviny, v horším snůška vzorečků jednak složitých a jednak platicích jen za zvláště příznivých a zjednodušených okolností.

### Co se od učitele očekává

Škola by měla pomoci (spolu s rodinou a veřejností) původně nezralému dítěti vyvinout se ve zralého občana, svobodného a samostatného. Rozumný žák (a jeho rozumný rodič) očekává od přístupu učitele na základní a střední škole pochopení z hlediska věku žáka, od učebních osnov se čeká přiměřený kompromis jak v rozsahu, tak i v hloubce mezi pravdou zatím poznanou a jejím jednoduchým, pochopitelným, ale přitom použitelným popisem.

Doba absolutizací již minula a vševědoucnost už proto učitel ani nemusí hrát. Není přitom tak obtížné vytvořit si aureolu „šíleného vědce, který ví všechno, čemu nikdo nerozumí“ příležitostnými učenými poznámkami, v horším případě i „shazováním“ žáků a zdůrazňováním jejich nevědomostí. Ovšem jednak normální, zdravě sebevědomý dospělý této berličky pro udr-

---

\* Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Jan.Obdrzalek@mff.cuni.cz

žení nejisté autority nemá zapotřebí, jednak takový postoj jen utvrzuje v pocitu nesrozumitelnosti a zbytečnosti (školské) vědy. A konec konců, i taková aureola mívá trvanlivost dosti chatrnou a většinou nepřečká dobu závislosti žáka.

Rozumně snad lze od středoškolského učitele fyziky chtít asi to, aby uměl:

- Inspirovat žáky k tomu, aby se uměli „fyzikálně podívat“ na svět kolem sebe,
- jejich vágně vyjádřené problémy ve spolupráci s nimi vhodně upřesnit a usměrnit,
- vystihnout a vysvětlit, co z tohoto problému spadá do oblasti fyziky a co nikoli (a proč a kam to tedy spadá)
- naznačit, jak by asi vypadal fyzikální přístup k řešení, a co z toho lze alespoň kvalitativně popsat na středoškolské úrovni, tj. tím, co žáci již znají nebo budou znát
- a taky ukázat, že fyzika je krásná, souvisí s řadou jiných oborů a může být užitečnější šíře, než by se zdálo.

Pokud jde o problém pro žáky do té míry zajímavý, že by v něm chtěli pokračovat dál, pak by si učitel měl umět najít potřebná data, odhady, teorie, vzorce apod. do té míry, aby po takové přípravě uměl:

- vysvětlit to, co na dané úrovni vysvětlit lze,
- naznačit to, co je nad středoškolskou úroveň,
- poukázat, co je v kompetenci jiných věd či přístupů,
- upozornit, co je takto v principu neřešitelné: nedostatečné zadání např. při volně formulovaném problému, nestabilita úlohy např. v meteorologii, chybná formulace např. přenášením klasických představ do mikrosvěta.

Učitel, který toto dokáže, nemusí být „vševěd“, a bude mít nesporně vysokou autoritu u žáků. Je také nanejvýš pravděpodobné, že svým postojem bude své žáky motivovat velice silně a trvaleji, než postojem „geniálního vědce“ (leč odtrženého od reality).

### **Jak budoucí učitele připravit**

Hezky se takto obecně uvažuje, ale co konkrétního pro úspěch všeho toho výše napsaného můžu udělat já, když tento rok učím budoucí učitele termodynamiku, klasickou elektrodynamiku a jako výběrový předmět akustiku? Dovoďte mi, abych se zde dále zabýval jen termodynamikou.

Především, termodynamika jako věda je široká, ale ve školních osnovách jí mnoho není. (Entropie by stála za úvahu zavést, ale jinak souhlasím s těžištěm v prvních dvou zákonech, kalorimetrické rovnici a fázových přechodech.) Obecnosti proto učím jen proto, aby studenti lépe pochopili vzájemné souvislosti.

Studenti mají k dispozici má skripta [3] a sbírku řešených úloh [4] (obojí napsaná se zesnulým kolegou Aloisem Vaňkem pro UJEP); v podstatě učím podle nich, odchylky chci zapsat a udržovat na webu. Skripta jsou psána hovorovým stylem, s mnoha ilustrativními příklady a vedle výkladu obsahují řadu dodatků, které jsem pro budoucího učitele pokládal za potřebné: nejen shrnutí užitého kalkulu (B, C) a rejstřík osob (D), ale i etymologii některých slov cizího původu (A), terminologické poznámky (E), rozbor činnosti nejenom parního stroje, ale i benzinového a naftového motoru (F), poznámku o subjektivním vjemu teploty (G) aj.; doporučená literatura je alespoň částečně komentována. Sbírkou [4] obsahuje vždy nejprve připomenutí základů oblasti, pak příklady vyřešené „na místě“ (často dá příklad víc nežli výklad) a poté další příklady, jejichž podrobná řešení následují přeházeně (ovšem s odkazy tam i zpět), aby student neviděl automaticky výsledek následujícího příkladu. Na konci jsou tabulky s daty, takže žádný příklad neobsahuje „návodné“ materiálové konstanty s rozměry. „Nadstandardní“ data měrných tepel v okolí 0 K pak umožňují spočítat i entropii sklenice vody, což uvádí často do rozpaků i zcela čerstvé absolventy MFF. Hleděl jsem dle možností vyhledávat i vymýšlet

realistické problémy ze života (př. 2.2.1 – 10 pohyby trubící se rtutí, plynem a ventilem: „Zkuste uvážit – asi jako žák v opozici – nejrůznější okolnosti ... a odhadněte jejich vliv“). V odstavci 3.3 Plyn v poli vnější síly jsou mj. rozebrány meteorologické modely atmosféry, v př. 3.5.9 odhadneme, že se daný železný meteorit dopadem na Zem rozpálí na 1250 °C atd. Studenti s potěšením přijali mou nabídku na hledání chyb či nejasností v textu; velmi realisticky akceptovali, že „Nobody is perfect“ a že text vznikl opravdu v chvatu. Na zkoušku dostávají domácí úkol problémového typu s potřebou doformulovat, najít si někde potřebné údaje a rozumně odhadnout řešení. Jako ukázkou: Je známo, že v mrazu autobaterie nedodá požadovaný proud pro startování. Což takhle omotat ji odporovým drátem, spotřebovat část její energie na její vlastní ohřátí a pak startovat? Jak dlouho by to asi trvalo a jaký díl kapacity by se tím spotřeboval?

Při přednáškách samotných jsem velmi často poukazoval na specifické postavení studentů – budoucích učitelů: teď se učí oni, ale brzy budou sami učit, a je dobře, uvědomují-li si aktivně, co jim teď při výuce vyhovuje, co ne – a zejména zamyslí-li se nad tím, *proč* jim něco vadí nebo nevadí.

V každém případě však dbám na to, aby naše oblíbené oslovení studentů „pane kolego“ nebylo jen formalitou, ale aby vystihovalo skutečnost, že studenti jsou nám opravdu kolegy v procesu výuky – a aby i oni přijali tento přístup vůči svým budoucím studentům i žákům.

## Literatura

- [1] *Lidé si nejvíce váží lékařů*. Výzkumy CVVM (dříve IVVM) podle Lidových novin. 31. 10. 2001.
- [2] *Hůře než u nás se učitelé mají jen v Maďarsku*. Lidové noviny, 08.11.2002.
- [3] Obdržálek J., Vaněk A.: *Termodynamika a molekulová fyzika*. 2. opr. a rozšíř. vyd., UJEP, Ústí n. Labem 2000. ISBN 80-7044-283-2.
- [4] Obdržálek J., Vaněk A.: *Řešené příklady z termodynamiky a molekulové fyziky*. UJEP, Ústí n. Labem 1998. ISBN 80-7044-227-1.

---

Tradiční dodavatel učebních pomůcek pro všechny typy škol.

**DIDAKTIK, spol. s r. o.**

Revoluční 1, 696 01 Rohatec

tel.: 518 359 120, fax: 518 359 121

<http://www.didaktik.cz>



## **Společný bod výuky biologie a fyziky?**

*Jan Obdržálek\*, MFF UK, Praha*

Rád bych se se všemi, kdo připravují budoucí učitele, podělil o zajímavý článek, který jsem četl v Reader's Digest – Výběr, září 1996, převzatý se zkrácením z Life, říjen 1990.

Je-li snad potřeba komentář, pak připomínám, že podle našeho všeobecného přesvědčení popisuje fyzika svět kolem nás.

### *Nejlepší učitel, jakého jsem kdy měl*

**David OWEN**

V šesté třídě základní školy nás měl na přírodopis pan učitel Whitson. Hned první den nám vykládal o zvířeti zvaném kočkofrakus, špatně přizpůsobivém nočním živočichu, který vyhy-  
nul v době ledové. Nechal při tom kolovat jeho lebku. Dělali jsme si poznámky a později z této látky psali písemku.

Když mi mou práci vrátil opravenou, byl jsem šokován. Každou mou odpověď totiž celou červeně křížem krážem přeškrtnl. Dostal jsem pětku. To musí být nějaký omyl! Vždyť jsem napsal doslova, co nám pan Whitson řekl. Pak jsem ale zjistil, že pětku dostali všichni. Co se stalo?

Je to jednoduché, vysvětloval pan Whitson. O kočkofrakovi si to všechno vymyslel. Žádné takové zvíře nikdy neexistovalo. To, co jsme si zapsali do sešitů, tedy nebyla pravda. A za nesprávné odpovědi bychom přece nechtěli dobrou známku?

Nemusím říkat, že nás to pobouřilo. K čemu je taková prověrka dobrá? A nač je učitel, který ji dává?

Podle pana Whitsona jsme si na to měli přijít sami. Copak nám koneckonců neříkal, už když nechával kolovat kočkofrakovu lebku (ve skutečnosti byla kočičí), že tohle zvíře vyhy-  
nulo beze stop? Copak nám nevyličil, jak skvěle vidělo v noci, jaké barvy byla jeho kožka a spousta dalších věcí, o kterých nemohl mít ani tušení? Označil toho tvora i směšným jménem, a přece jsme nepojali sebemenší podezření. A oznámil nám, že si naše pětky zapíše do notesu. A taky to udělal. Doufá prý, řekl nám dále, že si z téhle zkušenosti vezmeme ponaučení. Učitelé a učebnice přece nejsou neomylní. Neomylný vlastně není nikdo. Nabádal nás, abychom mozek nikdy nenechali zahálet a ozvali se, kdykoli se nám bude zdát, že se on nebo učebnice mýlí.

Každá hodina s učitelem Whitsonem byla úplně dobrodružství. Některé mám ještě v paměti od začátku až do konce. Jednou nám pověděl, že jeho volkswagen je živý organismus. Dva dny nám trvalo, než jsme mu to vyvrátili způsobem, který považoval za přijatelný. Nedal nám pokoj, dokud jsme mu nedokázali nejen to, že víme, co je to organismus, ale i to, že máme kuráž za pravdou si stát.

Svou zbrusu novou pochybovačnost jsme pak přenesli i do všech ostatních předmětů. To vyučujícím působilo potíže, protože nebyli zvyklí, aby jim ve třídě někdo oponoval. Tak třeba náš dějepisář o něčem vykládal, když tu se z lavic začalo ozývat pokašlávání a někdo pronesl „kočkofrakus“.

Jestli mne někdy někdo požádá, abych navrhl, jak řešit krizi v našem školství, odkážu ho na pana Whitsona. Sám jsem v životě žádné převratné vědecké objevy neučinil, ale jeho hodiny mně a mým spolužákům daly cosi neméně důležitého: odvahu podívat se lidem do očí a říct jim, že se mýlí. Ukázal nám také, že při tom lze užít i legraci.

Takovou věc ovšem ne každý docení. Jednou jsem o panu Whitsonovi vyprávěl jednomu učitelovi základní školy a ten se zhrozil. „Takhle vás vodit za nos neměl,“ prohlásil. Podíval jsem se tomu učitelovi pěkně zpříma do očí a řekl mu, že se mýlí.

---

\* Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Jan.Obdrzalek@mff.cuni.cz



## Reálný experiment v E-Learningových formách studia

Josef Petřík\*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

V současné době se i u nás rozšiřují distanční formy dalšího vzdělávání. Tyto kurzy se rozšířily s rozvojem počítačové techniky a hlavně Internetu.

Vzniká nová forma distančního studia **E-Learning**. Komunikace studentů těchto kurzů s vyučujícími se díky možnostem Internetu stala běžnou součástí výuky a umožnila i on-line výměnu informací mezi studentem a vyučujícím. Internetem mohou být přenášeny informace grafické, obrazové i zvukové.

Všechny tyto nové formy výuky jsou však omezeny na získávání převážně teoretických znalostí. U studia, hlavně přírodních věd, je nedílnou součástí jak výkladu, tak cvičení i experimentální část, vykonávání reálných experimentů, vyhodnocování údajů z těchto experimentů a jejich zpracovávání například studenty při laboratorních cvičeních ve formě referátů z uskutečněných měření.

Realizace experimentální části výuky jak na přednáškách, tak na laboratorních cvičeních je náročná hlavně na přístrojovou vybavenost pracoviště a na znalostech ovládnutí této techniky. Největším problémem je vykonávání vlastních laboratorních cvičení, prováděných studenty řádných forem studia obvykle za přítomnosti odborného dozoru a které zůstává, u distančních forem studia, obvykle omezeno na občasně návštěvy studentů v laboratořích.

Příspěvek by měl seznámit s výsledky řešení problematiky návrhu a realizace přístrojového vybavení *každého studenta E-Learningových* forem studia, především technických a fyzikálních oborů.

**Toto řešení je založeno na možnosti nejen uskutečnění skutečných fyzikálních experimentů studentem E-Learningové distanční formy studia doma nebo na jeho pracovišti (např. v Chebu), ale i okamžité kontroly realizovaných experimentů vyučujícím na jeho vzdáleném pracovišti (např. v Plzni) on-line pomocí Internetové sítě.**

Současné technické a programové prostředky umožňují přenést veškeré údaje zobrazované na počítači studenta na obrazovku vyučujícího, **který může ze svého pracoviště (v Plzni) provádět i aktivní zásahy do probíhajícího experimentu u studenta** (např. změnit amplitudu či frekvenci skutečného generátoru na pracovišti studenta v Chebu).

Je zřejmé, že tato komunikace on-line přes Internet vyžaduje speciální hardwarové i softwarové vybavení.

Stávající klasické přístrojové vybavení (např. prostý voltmetr či ampérmetr) nemá potřebné rozhraní pro přímý přenos dat po Internetové síti, ani není možné přímo vyučujícím provést zásah do probíhajícího experimentu (např. změnit nastavený rozsah voltmetru nebo ampérmetru). Ačkoliv uvedené příklady jsou primitivní, jsou ale dostatečně názorné a ilustrující potřebné požadavky na vyvíjené zařízení.

Za základní hardwarový prostředek počítače pro realizaci experimentální části výuky **E-Learningových** distančních forem studia jsem považoval zvukové karty. Ačkoliv jsou možná i jiná řešení, např. přes paralelní port, sériový port, game port či USB, vždy je nutné takové zařízení poměrně složitým způsobem sestavit z odpovídajících elektronických obvodů nebo takové zařízení zakoupit.

Zvukové karty tvoří dnes standardní vybavení počítačů. Protože obsahují zařízení pro převod elektrických analogových veličin do digitální podoby zpracovatelné počítačem, je možné je s vhodným programovým vybavením využít pro inteligentní měření základních elektrických veličin, případně i k zobrazení jejich časových závislostí.

---

\* Dr. Ing. Josef Petřík, petrik@kof.zcu.cz

Zvukové karty obsahují i zařízení obrácené funkce, tj. převádějí digitální data z počítače na elektrické veličiny a lze je využít i jako funkční generátory. Lze jimi (i když za určitých omezení) nahradit tzv. měřicí karty do počítačů, jejichž cena je ovšem několikanásobně vyšší.

Rozdíly v technickém vybavení zvukových karet vůči měřicím lze v mnoha případech vykompenzovat „chytrým“ programovým vybavením.

V rámci řešení byly navrženy doplňkové technické prostředky a hlavně programové vybavení, umožňující vytvoření inteligentní měřicí techniky, která i *bez odborného dozoru vyučujícího* ve skutečných laboratořích, umožní vykonávání náročných měření s odpovídající přesností i studentům distančních forem vzdělávání, a to i těm s odtažitějším vztahem k měřicí technice a experimentální činnosti.

Řešení dále zahrnuje i výběr vhodných experimentů včetně stručných návodů k jejich vykonávání. Nalezl jsem více než čtyřicet experimentů, realizovatelných s navrženým zařízením a hlavně programovým vybavením, jak frekventanty E-Learningových distančních forem výuky, tak i použitelných při interní výuce.

Největší oblast použití se předpokládá u studia aprobační s fyzikou a výpočetní technikou na fakultách připravujících budoucí učitele a jejich zvyšování kvalifikace prostřednictvím distančních forem studia, i když navržené zařízení bude jistě vyhovovat i u jiných, technicky zaměřených oborů. Předpokládá se použití rovněž v E-Learningových distančních formách studia na středních školách všeobecného i technického zaměření.

Při návrhu programového vybavení jsem vzal v úvahu i odlišnost požadavků na měřicí a zobrazovací techniku v průmyslu nebo výzkumných či vývojových pracovištích a ve školství.

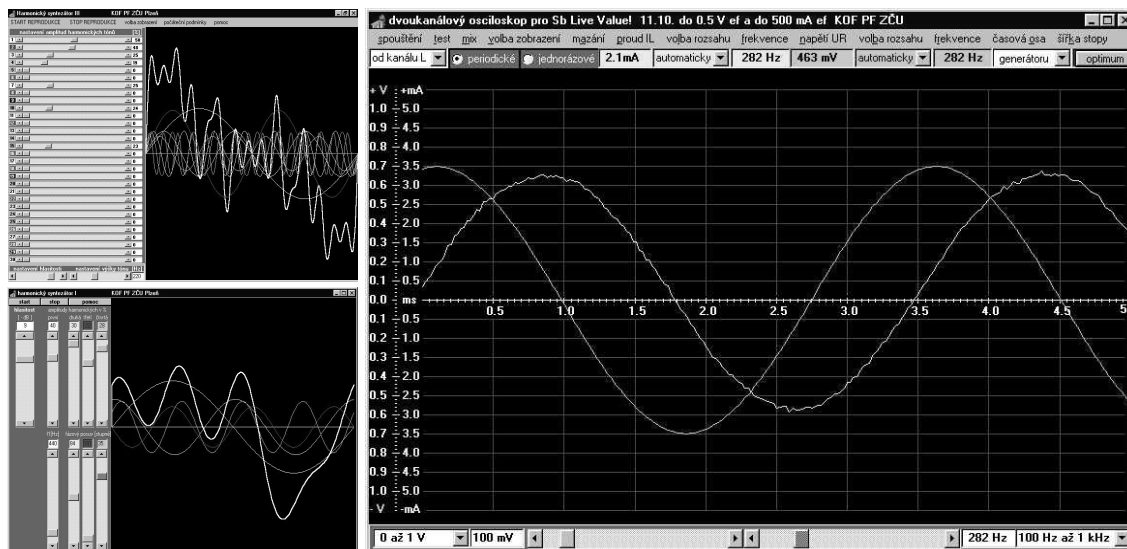
Pracovník v průmyslu nebo vývoji i se složitou měřicí technikou pracuje denně a dlouhodobě se jí třeba učil obsluhovat. Nevadí mu tedy složitá konfigurace měřicích podmínek a složitě nastavování samotné měřicí aparatury.

Naopak, měřicí zařízení pro školní potřeby by mělo být natolik inteligentní, aby se samo nakonfigurovalo, naměřilo za správných měřicích podmínek vždy co nejsprávnější hodnoty a tyto případně i optimálně zobrazilo.

Pro vyučujícího, který na ovládání složitou měřicí techniku používá třeba jen jednou nebo několikrát ročně, je časově neúnosné, aby se před použitím takového přístroje jej učil úspěšně ovládat. Stejně podmínky má i student distančního studia, který také potřebuje odměřit předepsané úlohy a pak se zabývat jinými problémy.

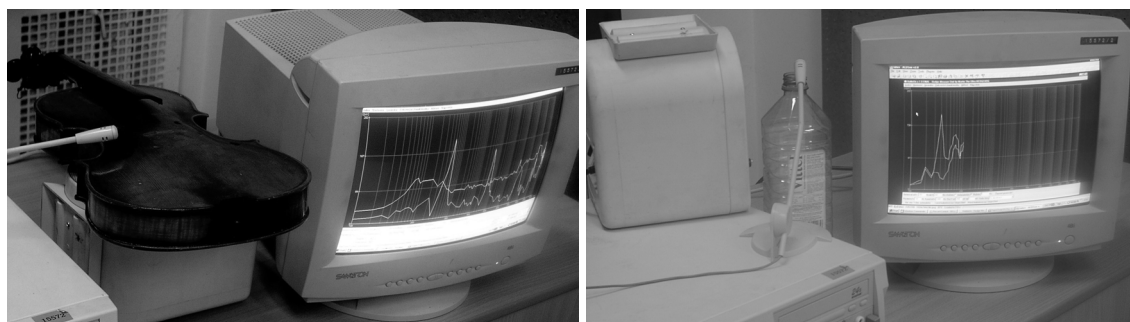
Proto programové vybavení obsahuje značné množství automatických funkcí jako automatickou volbu rozsahu, automatickou změnu stupnic ampérmetru a voltmetru v závislosti na velikosti měřené veličiny, automatickou změnu jednotek při změně režimu, indikaci překročení mezí správného měření, umožňuje volbu analogového nebo digitálního (případně obojího) zobrazení libovolné z měřených veličin. Velké, zcela automaticky se měnící stupnice, umožňují (při použití v interní výuce) i bez projekčního zařízení sledování měření všemi žáky ve třídě.

U osciloskopických programů bylo cílem vytvořit zařízení, u kterého by pouhým přivedením periodického signálu libovolné amplitudy a frekvence (v rámci zobrazitelnosti) na vstupní svorky došlo bez jakékoliv nutnosti manipulace s jakýmkoliv ovládacími prvky vždy k co nejlepšímu možnému zobrazení sledovaného průběhu.

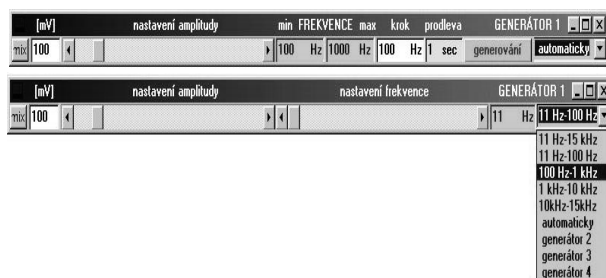


Ohmův akustický zákon

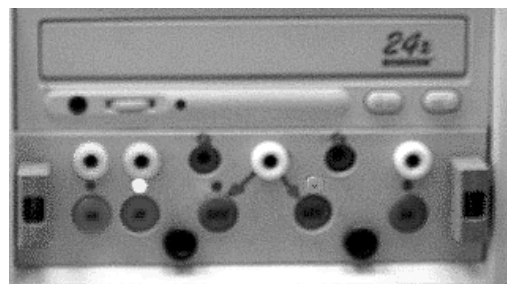
Program „automatický dvoukanálový osciloskop“



Ukázka realizace akustických měření s programovým vybavením k měřicí jednotce MJ1



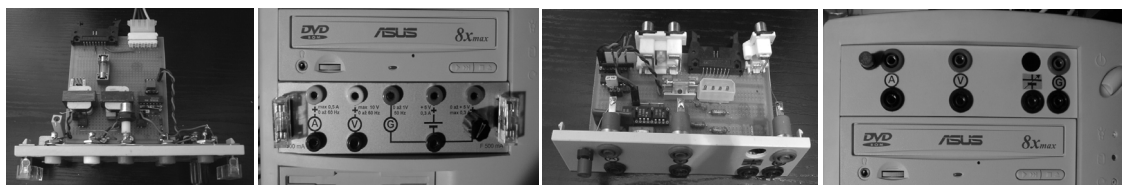
Kopie obrazovky z běhu programu „Programovatelný generátor“



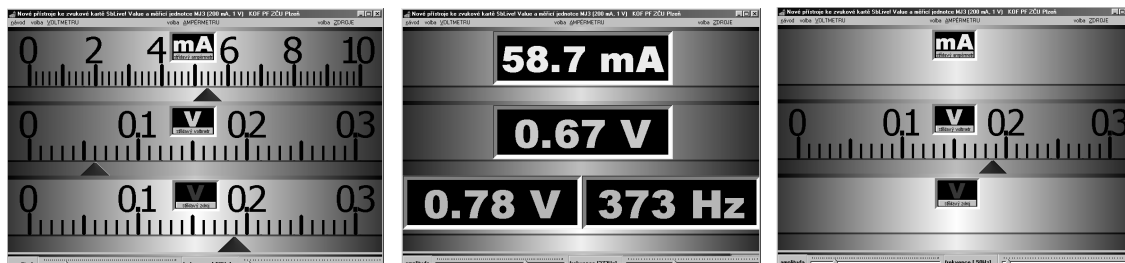
Měřicí jednotka k Sb Live! Value MJ1



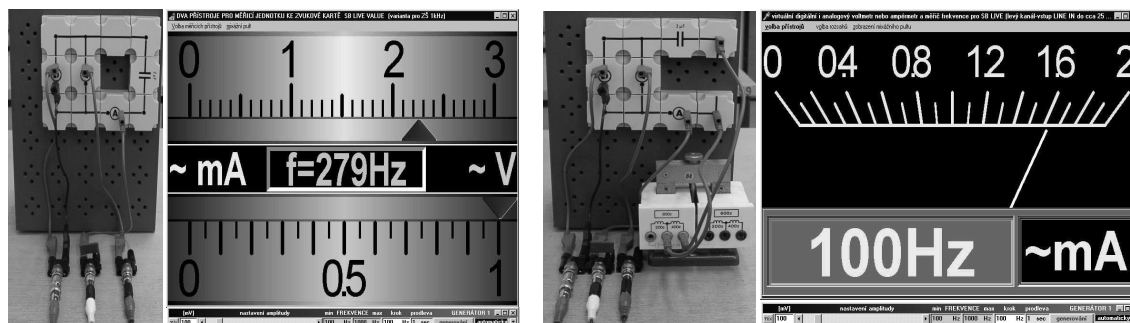
Nejjednodušší varianty měřících jednotek pro E-Learningovou formu studia



*Složitější varianty měřicích jednotek ke zvuk. kartám umožňující i stejnosměrná měření*



*První varianty měřicího programového vybavení k Sb Live! Value a měřicí jednotce MJ1*



*Nové varianty měřicího programového vybavení k Sb Live! Value a měřicí jednotce MJ3*

**Literatura:**

- [1] Cacket G., Lowrie J., Steven A.: *Higher Core Physics*. Oxford University Press, 1992.
- [2] Dorn F., Bader F.: *Physik-Oberstufe Gesamtband 12/13*. Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover 1996.
- [3] Dorn F., Bader F.: *Physik-Oberstufe MS*, Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover 1998.
- [4] Schulmeister R.: *Grundlagen hyper/medialen Lernsysteme*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH 2002, ISBN 3-486-25864-8.
- [5] Kerres M.: *Multimediale und telematicke Lernumgebungen*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH 2001, ISBN 3-486-25055-8.
- [6] Dittler U.: *E-Learning*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH 2002, ISBN 3-486-25807-8.

## Entropii na střední školu?

Jitka Prokšová\*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

*Zákon, že entropie stále roste – druhá věta termodynamiky – má, jak se domnívám, mezi zákony Přírody výsadní postavení. Pokud Vám někdo vytkne, že Vaše zamilovaná teorie vesmíru je v rozporu s Maxwellovými rovnicemi, tím huř pro Maxwellovy rovnice. Zjistí-li se, že je v rozporu s pozorováním, dobrá, výzkumníci občas něco zpackají. Ale zjistí-li se, že Vaše teorie je v rozporu s druhou větou termodynamiky, nemáte naději. Nezbyvá než se v hluboké pokoře sklonit.*

*A. S. Eddington*

Jedním z pojmů, které představují základní pilíře fyzikálního vzdělání, je i entropie. Přesto se s ní ve výuce fyziky na základní ani střední škole nesetkáme. Možná je to způsobeno obecně rozšířenou představou, že entropie je velmi obtížně pochopitelná veličina. V následujícím příspěvku bych se chtěla zabývat nejen možnostmi zavedení entropie, ale i zpřístupněním tohoto pojmu ve středoškolské termodynamice.

Důvodů pro zavedení pojmu entropie do středoškolského učiva je podle mého názoru hned několik:

1. V rámci jednoty přírodovědeckého poznání má entropie stejnou důležitost jako základní fyzikální veličiny typu energie, teplota, práce atd.
2. Entropie je veličina, která přesahuje daleko za rámec termodynamiky, ve které byla původně zavedena. V současné době se ukazuje, že tento pojem se stává klíčovým v mnoha oblastech našeho zkoumání (např. v biologii, chemii, kybernetice nebo i v ekonomii, sociologii, psychologii atd.).
3. Entropie je veličina, která poskytuje kvalitativní výpověď o chování daného systému:
  - a) z její změny můžeme usuzovat na směr přechodu mezi dvěma stavy systému,
  - b) je základní charakteristikou míry nevratnosti studovaných dějů. Z postulátu o entropii vyplývá nerovnocennost směru přechodu mezi dvěma stavy systému – při nevratných dějích dochází k porušení časové symetrie (zákony, které tyto děje popisují, neplatí stejně pro minulost a budoucnost).
4. Zavedení pojmu entropie do učiva termodynamiky umožní studentům propojit znalosti z fyziky, chemie a biologie.

### 1. Úvod

Pojem entropie byl zaveden německým fyzikem Rudolfem Clausiem (1822–1888) v polovině 19. století. Jeho definice entropie jako stavové termodynamické veličiny je však matematicky náročná, a proto se pokusíme o jednodušší a názornější postup – především na základě souvislosti entropie a pravděpodobnosti. Statistický přístup k termodynamice nevratných dějů umožňuje kvantitativně popsat jevy, u kterých obvykle vycházíme jen ze slovních formulací druhého termodynamického zákona.

Podívejme se nejprve, jakými způsoby je možné pojem entropie přiblížit:

- a) **Entropie jako stavová funkce** – již zmíněný, avšak značně zjednodušený Clausiův přístup, navazující na probranou látku z termodynamiky v druhém ročníku čtyřletých gymnázií.
- b) **Entropie jako míra neuspořádanosti** – statistický přístup odvozující entropii z pojmů mikrostavu a makrostavu systému a násobnosti konfigurace systému. Tento způsob zavedení ukazuje na další aplikace pojmu entropie i nad rámec fyzikální problematiky.

\* RNDr. Jitka Prokšová, proksovj@kof.zcu.cz

- c) **Empirická entropie** – míru nevratnosti děje a směr přechodu mezi dvěma stavy systému je možné jednoduchým způsobem určit ze znalosti hodnot empirické entropie. Její zavedení je analogické zavedení empirické teploty v termodynamice.
- d) **Produkce entropie v nerovnovážné termodynamice** – přístup umožňující nadstavbu učiva termodynamiky týkající se produkce entropie v nerovnovážných otevřených systémech. Vysvětlení nových pojmů navazuje na znalosti získané v klasické rovnovážné termodynamice. Pojem produkce entropie se zavádí v souvislosti s nevratnými změnami probíhajícími uvnitř systému. Ukazuje také problematiku termodynamických toků a sil na příkladu disipace Joulova tepla při průchodu elektrického proudu vodičem. Tuto část je možné zařadit jako nadstavbu probraných jevů rovnovážné termodynamiky v rámci výběrového semináře v posledním ročníku gymnázia.

## 2. Entropie jako stavová funkce

Vývoj termodynamiky v polovině 19. století ukázal, že k určení rozdílu mezi vratnými a nevratnými ději je potřeba zavést novou veličinu. Německý fyzik **Rudolf Clausius** (1822 až 1888) tehdy vyšetřoval změny vlastností uzavřených systémů při různých kruhových dějích a uvědomil si, že některé veličiny (např. vnitřní energie) se nemění, pokud se uzavřený systém skutečně vrátí do původního stavu. Při systematickém hledání dalších stavových vlastností látek Clausius objevil zajímavou skutečnost: ačkoli teplo  $Q$  není stavovou veličinou (závisí na způsobu, jakým se dostaneme z jednoho stavu do druhého), podíl  $\frac{Q}{T}$  se jako stavová veličina chová.<sup>1</sup> Jeho hodnota závisí pouze na počátečním a konečném stavu soustavy. Na základě těchto poznatků zavedl v roce 1854 Clausius novou stavovou veličinu **entropii**  $S$ , mající původ v řeckém „entros“ (vnitřní změna).

Podívejme se nyní, jak lze nejjednodušeji určit změnu této veličiny v případě vratné izotermické expanze. Ideální plyn uzavřeme v tepelně izolovaném válci podle obr. 1. Spodní podstavou válce dochází ke kontaktu plynu s lázní o teplotě  $T$ . Velikost počátečního objemu odpovídá zátěži, která se skládá z mnoha drobných olovených kuliček. Postupně je budeme odebírat, čímž se počáteční objem  $V_p$  plynu bude zvětšovat až na konečnou hodnotu  $V_k$  a tlak snižovat od  $p_p$  na hodnotu  $p_k$ . Má-li se jednat o izotermický děj (při kterém je teplota plynu během expanze stálá), musí plyn při přechodu z počátečního do konečného stavu odčerpat z lázně teplo  $Q$  (obr. 1, děj a). Právě vzhledem k tomu, že expanze probíhá za stálé teploty, můžeme pro změnu entropie plynu  $\Delta S$  psát

$$\Delta S = S_k - S_p = \frac{Q}{T} > 0, \quad (1)$$

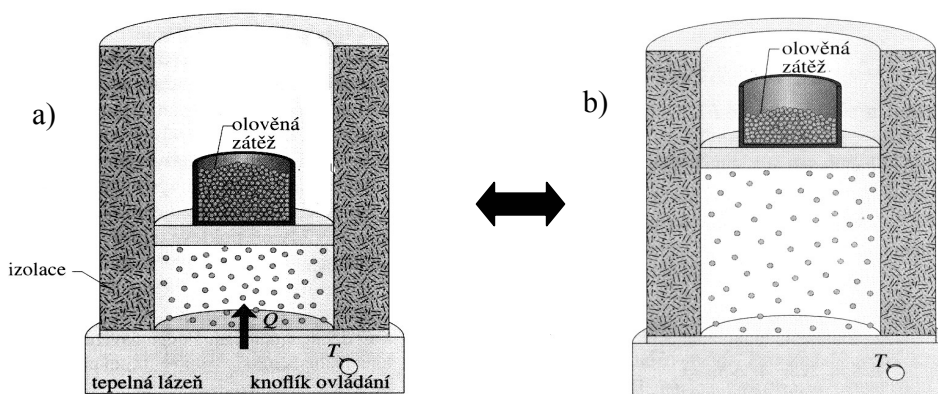
kde  $S_k$  (popř.  $S_p$ ) je entropie plynu v konečném (počátečním) stavu a  $Q$  je teplo, které plynu dodáme z lázně, aby expanze<sup>2</sup> proběhla za stálé teploty  $T$ . Jednotkou entropie v systému SI je *joule na kelvin* ( $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ ).

Přejděme nyní od idealizace (jakou bezpochyby vratné děje jsou) k reálným, tedy **nevratným** procesům a ukažme, jak se změní entropie při nevratné volné expanzi ideálního plynu, znázorněné na obr. 2.

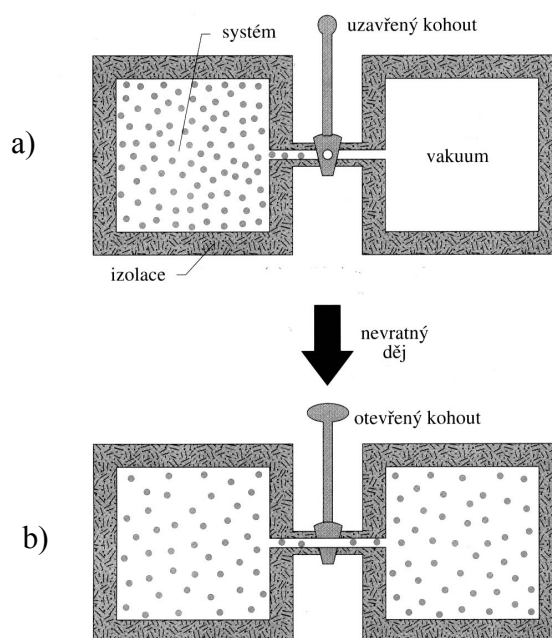
---

<sup>1</sup> V podílu  $\frac{Q}{T}$  znamená  $Q$  přijaté nebo vydané teplo při **vratném** ději za teploty  $T$ .

<sup>2</sup> Výpočet změny entropie u jakéhokoli jiného děje než izotermického již není tak jednoduchý jako v uvedeném případě (teplota je funkcí tlaku a objemu); obecně vycházíme z integrace diferenciálního tvaru prvního termodynamického zákona.



Obr. 1  
Vratná izotermická expanze [1].

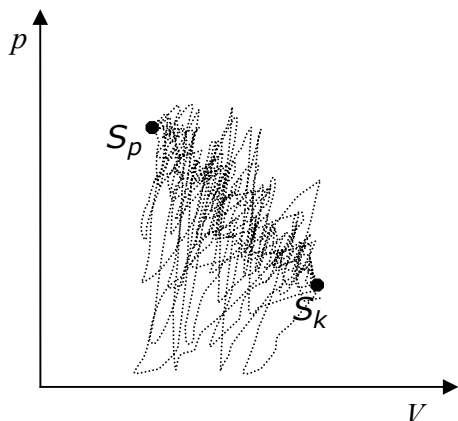


Obr. 2  
Volná expanze plynu

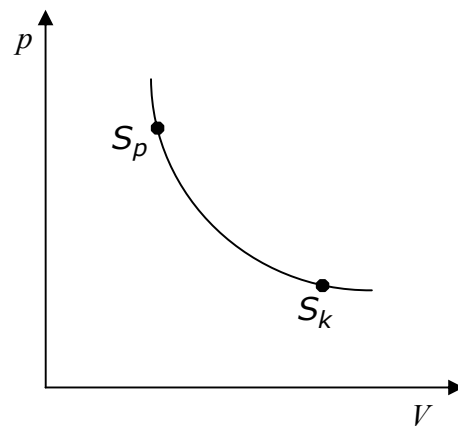
Při zavřeném prepouštěcím ventilu je plyn v levé komoře nádoby. Po otevření ventilu volně expanduje do pravé komory, dokud nedojde k vyrovnání tlaku v obou částech systému. Obě komory jsou **tepelně izolovány**, takže nedochází k výměně tepla mezi systémem a okolím. Připomeňme, že při volné expanzi se nekoná žádná práce. Tedy  $Q = W = 0$  a z prvního termodynamického zákona vyplývá, že  $\Delta U = 0$ . Vzhledem k tomu, že vnitřní energie ideálního plynu závisí pouze na jeho teplotě, docházíme k závěru, že **teplota** na počátku i na konci děje musí být **stejná** ( $T_p = T_k = T$ ).

Během volné expanze se však teplota plynu i jeho tlak a objem velmi rychle mění – systém je v libovolném okamžiku tohoto děje v nerovnováze. Nemůžeme proto zaznamenat například změnu tlaku na objemu do  $p-V$  diagramu, ale pouze počáteční  $S_p$  a konečný  $S_k$  rovnovážný stav systému (tzn. nikoli přechodné nerovnovážné stavy mezi nimi, vyznačené oblastí přerušovaných čar – viz obr. 3a). Z praxe víme, že děj volné expanze je **nevratný** – samovolně neproběhne obráceně, tedy tak, že by se plyn sám od sebe vrátil do levé komory nádoby.

Entropii jsme zavedli jako stavovou veličinu, jejíž změna závisí pouze na stavu systému na počátku a po ukončení děje – neboli na hodnotách entropie  $S_p$  a  $S_k$ . Nevratná volná expanze je dějem zcela odlišným od vratné izotermické expanze. Přesto můžeme podle obr. 3a, 3b předpokládat, že oba zmíněné děje probíhají mezi **stejnými rovnovážnými** stavy. Musí je tudíž charakterizovat stejná změna stavové funkce – entropie.



Obr. 3 a)  
Volná expanze



Obr. 3 b)  
Vratná izotermická expanze

Vzhledem k tomu, že entropie během izotermické expanze roste (platí  $\frac{Q}{T} > 0$ , neboť plynu teplo dodáváme), bude pro volnou expanzi platit, že

$$S_k > S_p. \quad (2)$$

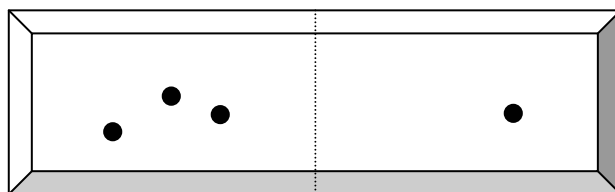
Díky vztahu (2) docházíme k důležitému závěru: při nevratném ději vzrostla entropie izolované soustavy. Děj, při kterém by v izolované soustavě klesala entropie, nikdy **samovolně** nenastane. Základní vlastnost entropie související s chodem času často označujeme jako **postulát entropie**:

**Probíhá-li v izolované soustavě nevratný děj, entropie soustavy vždy vzrůstá.**

Význam entropie pro druhý termodynamický zákon je srovnatelný s významem vnitřní energie pro první termodynamický zákon. Obě tyto stavové veličiny mají společnou i další vlastnost – jsou aditivní.

### 3. Entropie jako míra neuspořádanosti

O rovnovážném stavu, do kterého se plyn dostane nevratnou expanzí do vakua, si můžeme vytvořit představu i na základě následujícího jednoduchého statistického modelu. Kvůli názornosti obsahuje izolovaná nádoba, rozdělená na dvě stejné části (obr. 4), pouze  $N = 4$  identické molekuly plynu.



Obr. 4  
K pojmu entropie.



V každém okamžiku se bude jistá molekula nacházet buď v pravé nebo levé části nádoby. Vzhledem k tomu, že obě části nádoby mají stejný objem, má každá molekula stejnou pravděpodobnost, že se v jedné části bude nacházet. Uvažujme nyní, kolika různými způsoby můžeme tyto čtyři stejné, avšak navzájem rozlišitelné molekuly umístit do obou částí nádoby. Každý způsob umístění označíme pojmem **mikrostav**. Abychom mohli od sebe molekuly odlišit, nazveme je písmeny *a*, *b*, *c*, *d*. Jeden a týž mikrostav tedy budou představovat například tyto zápisy: (*abc/d*), (*bac/d*) nebo (*cab/d*) – to znamená, že nezáleží na pořadí, v jakém molekuly v dané části nádoby vyjmenujeme. Avšak jiným mikrostavem již bude např. (*acd/b*), kde došlo k záměně molekul *d*, *b* z jedné části do druhé. Přesto vidíme, že i tento nový mikrostav má s původním shodný počet molekul v obou částech nádoby – tři v levé a jednu v pravé části (viz obr. 4). Tuto skutečnost budeme označovat pojmem **makrostav** soustavy – charakterizuje její uspořádání neboli konfiguraci. V tabulce *T1* uvádíme možné makrostavy soustavy čtyř molekul v nádobě.

*Tabulka T1*

Označení makrostavu (konfigurace)	Levá polovina nádoby	Pravá Polovina nádoby	Počet mikrostavů $W$	Pravděpodobnost makrostavu $w = \frac{W}{M}$
I	<i>abcd</i>		1	0,0625
II	<i>abc</i>	<i>d</i>	4	0,2500
	<i>abd</i>	<i>c</i>		
	<i>acd</i>	<i>b</i>		
	<i>bcd</i>	<i>a</i>		
III	<i>ab</i>	<i>cd</i>	6	0,3750
	<i>ac</i>	<i>bd</i>		
	<i>ad</i>	<i>bc</i>		
	<i>bc</i>	<i>ad</i>		
	<i>bd</i>	<i>ac</i>		
	<i>cd</i>	<i>ab</i>		
IV	<i>a</i>	<i>bcd</i>	4	0,2500
	<i>b</i>	<i>acd</i>		
	<i>c</i>	<i>abd</i>		
	<i>d</i>	<i>abc</i>		
V		<i>abcd</i>	1	0,0625
Celkový počet mikrostavů $M = 2^N$			16	

Je zřejmé, že z makroskopického hlediska je jedno, které molekuly jsou v dané části nádoby. Z mikroskopického pohledu však každá záměna molekul znamená nový mikrostav. Jak je vidět z tabulky *T1*, nejvíce kombinací umístění molekul v obou částech nádoby existuje v makrostavu III. Říkáme, že je realizován největším počtem mikrostavů – je tedy nejpravděpodobnější, jak můžeme zjistit z posledního sloupce tabulky. Může se zdát, že i oba nejméně pravděpodobné makrostavy, představující kompresi „plynu“ do jedné poloviny nádoby, se vyskytují poměrně často. Nezapomeňme však, že se jedná o teoretický model – náš „plyn“ tvoří soubor 4 molekul! Abychom mohli z údajů v tabulce *T1* učinit nějaký závěr, potřebujeme uvažovat o větších souborech.

Předpokládejme nyní stejnou izolovanou nádobu a zvolme čtyři soubory (viz první sloupec tabulky *T2*), nejmenší obsahuje  $N = 100$  a největší  $N = 1000000$  molekul plynu. Hodnoty v třetím

sloupci  $T2$  odpovídají počtu mikrostavů  $W\left(\frac{N}{2}\right)$ , kdy v obou částech nádoby je shodný počet  $\frac{N}{2}$  molekul (tzv. „nejpravděpodobnější“ makrostav). V čtvrtém (popř. šestém) sloupci tabulky jsou uvedeny počty mikrostavů pro případ, že počet molekul v jedné části nádoby vzroste o 1 % (popřípadě o 10 %). Zajímavé údaje ke srovnání nabízí především poslední sloupec této tabulky: pro soubory s  $N \geq 10^5$  jsou stavy lišící od nejpravděpodobnějšího makrostavu zastoupeny nesrovnatelně menším počtem mikrostavů (pravděpodobnost jejich výskytu je vzhledem k rovnoměrnému rozdělení molekul do obou částí nádoby zanedbatelná). Avšak ani největší soubor  $N = 10^6$  molekul neodpovídá skutečnosti. Uvážíme-li například krychlovou nádobu o hraně 20 cm, pak přibližný počet molekul plynu, v ní uzavřeného, představuje číslo  $10^{23}$ . Pravděpodobnost  $w$ , že jedna polovina nádoby bude prázdná a že se plyn samovolně stlačí do druhé poloviny, klesne na nepředstavitelně malé číslo:  $w = \frac{1}{2^N} = \frac{1}{2^{10^{23}}}$ ! Vzhledem k tomu, že jedna sekunda je přibližně

$\frac{1}{10^{17}}$  část doby trvání vesmíru, nepřichází v úvahu, že bychom se s případem, kdy u plynu nastane samovolná komprese, někdy setkali. Označujeme proto volnou expanzi plynu za nevratný děj.

Mikroskopickým pohledem na soustavu molekul v nádobě jsme tedy dospěli k tvrzení, že stav termodynamické rovnováhy, při kterém jsou molekuly plynu rozmístěny rovnoměrně v celém objemu nádoby, je stavem s největší pravděpodobností výskytu. Naopak stavy realizované nejmenším počtem mikrostavů, kdy plyn je stlačen v jedné polovině nádoby, prakticky nenastanou. Míru nevratnosti určitého děje charakterizujeme v termodynamice změnou stavové veličiny **entropie** – její hodnota při nevratném ději roste. Nárůst hodnoty entropie odpovídá **samovolnému** vývoji izolovaného systému.

*Tabulka T2*

Počet molekul $N$	Celkový počet mikrostavů $M = 2^N$	Počet mikrostavů $A$ $W\left(\frac{N}{2}\right)$	Počet mikrostavů $B$ $W\left(\frac{N}{2} \cdot 1,01\right)$	Poměr $\frac{A}{B}$	Počet mikrostavů $C$ $W\left(\frac{N}{2} \cdot 1,1\right)$	Poměr $\frac{A}{C}$
100	$1,27 \cdot 10^{30}$	$1,25 \cdot 10^{30}$	$1,25 \cdot 10^{30}$	1,00	$1,76 \cdot 10^{29}$	7,10
1 000	$1,09 \cdot 10^{301}$	$1,07 \cdot 10^{301}$	$0,88 \cdot 10^{301}$	1,22	$1,92 \cdot 10^{292}$	$5,57 \cdot 10^8$
100 000	$2^{10^5}$	$10^{30136}$	$10^{30127}$	$10^9$	$10^{29260}$	$10^{876}$
1 000 000	$2^{10^6}$	$10^{301348}$	$10^{301261}$	$10^{87}$	$10^{292609}$	$10^{8739}$

Z našich úvah je zřejmé, že ponecháme-li izolovaný systém samovolnému vývoji, počet mikrostavů i entropie vykazují ve výsledném rovnovážném stavu stejné vlastnosti. Plyn, který po volné expanzi rovnoměrně vyplňuje obě části nádoby, je ve stavu s maximálním počtem mikrostavů. Také entropie soustavy při volné expanzi roste a v konečném stavu má maximální hodnotu. Proto můžeme k interpretaci vzájemného vztahu entropie a pravděpodobnosti makrostavu použít tzv. **Boltzmannova principu**:

**Entropie soustavy je funkcí pravděpodobnosti stavu soustavy.**

Toto tvrzení vyjádřil v roce 1877 rakouský fyzik **Ludwig Boltzmann** (1844–1906) ve tvaru

$$\Delta S = S - S_0 = k \cdot \ln W, \quad (3)$$

kde  $\Delta S$  je změna entropie soustavy (to znamená její rozdíl mezi hodnotou  $S$  ve výsledném stavu a hodnotou  $S_0$  v počátečním stavu) a  $k$  je Boltzmannova konstanta ( $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ). Rovnice (3) je často označována jako **Boltzmannova rovnice pro entropii**.

Vzhledem k tomu, že v rovnovážném stavu je počet mikrostavů, ve kterých se mohou molekuly izolované soustavy vyskytovat největší, interpretuje se často pojem entropie jako **míra neuspořádanosti**.

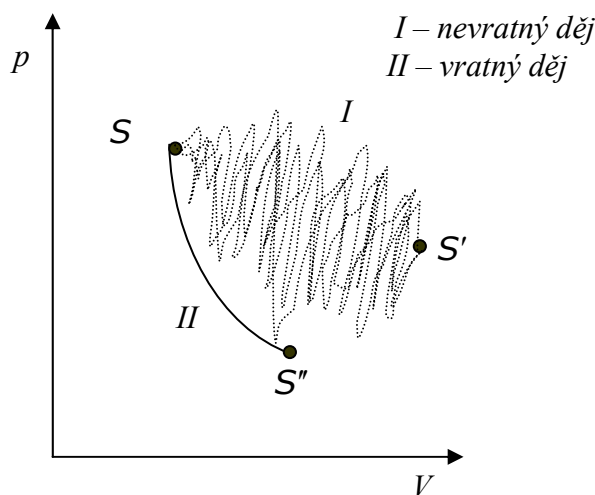
**Vzrůstá-li entropie soustavy, zvětšuje se její neuspořádanost.**

Maximální neuspořádanost tedy odpovídá rovnovážnému stavu, ve kterém soustava setrává, dokud není přinucena vnějšími silami tento stav změnit – stavu s maximální entropií. Entropie se tak stává „**ukazatelem vývoje**“ systému a je zřejmé, že s poklesem entropie vzrůstá naše informovanost o něm.

#### 4. Empirická entropie

Ukažme si nyní způsob, jak užívat vlastností entropie k určení míry nevratnosti studovaných dějů a jak z její změny usuzovat na směr přechodu mezi dvěma stavy systému.

Naše úvahy omezíme na izolovanou soustavu tvořenou ideálním plynem, ve které probíhá adiabatický děj mezi rovnovážnými stavy  $S$  a  $S'$  cestou  $I$  nevratně a mezi  $S$  a  $S''$  cestou  $II$  vratně (obr. 5).



Obr. 5  
K pojmu empirické entropie.

Během nevratného děje  $I$  se teplota plynu i jeho tlak a objem velmi rychle mění – systém je v libovolném okamžiku tohoto děje v nerovnováze. Nemůžeme proto zaznamenat děj křivkou jako v případě vratného děje  $II$ , ale pouze počáteční  $S$  a konečný  $S'$  rovnovážný stav systému (nerovnovážné stavy mezi nimi jsou vyjádřeny oblastí přerušovaných čar).

Z postulátu o entropii vyplývá, že při nevratném ději v izolované soustavě entropie systému vzrůstá. Při vratném procesu se její hodnota nemění. Je tedy zřejmé, že podle velikosti entropie v daných rovnovážných stavech systému můžeme rozhodnout o vzájemné dosažitelnosti či nedosažitelnosti těchto stavů systému. Dříve, než se pokusíme odpovědět na otázku, jakým směrem se bude námi zkoumaný izolovaný systém **samovolně** vyvíjet mezi stavy  $S'$  a  $S''$  (obr. 6), rozeberme možné varianty dosažitelnosti obou stavů. Použijme nejprve obecného značení pro dva rovnovážné stavy A a B.

Pokud entropii systému ve stavu A přiřadíme číslo  $\sigma_1$  a ve stavu B číslo  $\sigma_2$ , pak podle postulátu o entropii platí:

$\sigma_1 < \sigma_2$ , je-li stav B je adiabaticky dosažitelný ze stavu A, ale ne naopak (symbolicky:  $A \rightarrow B$ ),

$\sigma_1 > \sigma_2$ , je-li stav B je adiabaticky nedosažitelný ze stavu A, ale naopak ano ( $A \leftarrow B$ ),

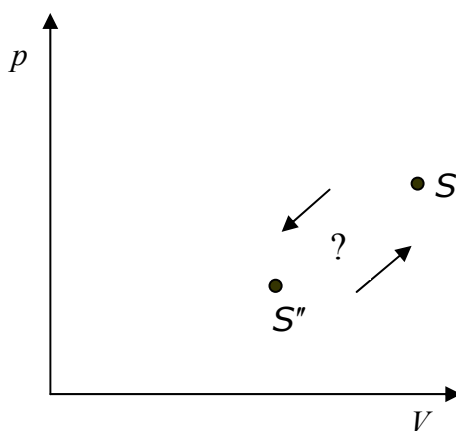
$\sigma_1 = \sigma_2$ , je-li stav B je adiabaticky dosažitelný ze stavu A a naopak ( $A \leftrightarrow B$ ).

Tímto způsobem můžeme očíslovat i rovnovážné stavy izolované soustavy z obr. 5. Vzhledem k tomu, že přechod mezi stavy  $S$  a  $S'$  je nevratný a mezi  $S$  a  $S''$  vratný, můžeme psát:

$$\sigma_1 < \sigma_2, \text{ je-li } S \rightarrow S', \quad (5a)$$

$$\sigma_1 = \sigma_3, \text{ je-li } S \leftrightarrow S''. \quad (5b)$$

Nyní hledíme odpověď na naši původní otázku: jakým směrem by samovolně proběhl děj mezi stavem  $S'$  a  $S''$  na obr. 6?



Obr. 6  
K přechodu mezi stavy  
 $S'$  a  $S''$ .

Vzhledem k tomu, že  $\sigma_1 < \sigma_2$  a  $\sigma_1 = \sigma_3$ , musí platit, že  $\sigma_3 < \sigma_2$ , což odpovídá

$$\sigma_2 > \sigma_3, \text{ je-li } S' \leftarrow S'' \quad (6a)$$

a je ekvivalentní

$$\sigma_3 < \sigma_2, \text{ je-li } S'' \rightarrow S'. \quad (6b)$$

Je zřejmé, že děj, který by samovolně proběhl mezi oběma stavy nebude vratný, neboť hodnoty empirické entropie jsou v obou stavech různé. Z postulátu o entropii a z (6a, 6b) vyplývá, že systém se může samovolně vyvíjet ze stavu  $S''$  směrem do stavu  $S'$ , neboli že stav  $S'$  je z  $S''$  adiabaticky dosažitelný.

Známe-li tedy hodnoty entropie v jednotlivých rovnovážných stavech libovolného izolovaného systému, můžeme podle jejich velikosti a podle postulátu o entropii rozhodnout odkud a kam děj probíhal následujícím způsobem:

- změny entropie mezi jednotlivými stavy systému zapíšeme pomocí souboru čísel  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ , která odpovídají hodnotám entropie v jednotlivých stavech,
- čísla  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  považujeme za jistou termodynamickou charakteristiku stavu („termodynamickou váhu stavu“) a nazýváme je hodnotami **empirické entropie**,
- podobně jako při zavádění empirické teploty, kdy z rovnosti teplot plyne vzájemná termodynamická rovnováha, platí i zde, že z rovnosti hodnot  $\sigma$  plyne **vzájemná adiabatická dosažitelnost** stavů v izolovaném systému,

- z rozdílu hodnot  $\sigma$  můžeme usuzovat na **směr přechodu** mezi dvěma stavy systému: při nerovnosti  $\sigma$  může děj v adiabaticky izolovaném systému **samovolně** proběhnout pouze směrem k **vyšší** hodnotě entropie.

## 5. Produkce entropie v nerovnovážné termodynamice

Termodynamická rovnováha je ve světě, ve kterém žijeme, ideálním pojmem či výjimečným stavem. Skutečné děje, probíhající ve světě kolem nás, jsou nerovnovážné a nevratné – děje v zemské atmosféře, v oceánech a mořích ovlivněné průchodem proměnného slunečního záření (prudké ohřátí a stlačení vzduchové vrstvy, tání ledovců) nebo děje v živých systémech (fotosyntéza, látková výměna) atd. Na rozdíl od klasické termodynamiky se stává pro popis těchto nerovnovážných systémů důležitou veličinou i čas. K základním charakteristikám nevratného děje, které umožní sledovat vývoj systému v čase, patří především časová změna entropie. Podle moderního formalismu [2] ji můžeme vyjádřit jako součet dvou příspěvků, které mají zcela odlišný fyzikální význam:

$$\frac{dS}{d\tau} = \frac{d_e S}{d\tau} + \frac{d_i S}{d\tau}, \quad (7)$$

kde  $\frac{d_e S}{d\tau}$  vyjadřuje časovou změnu entropie systému, která se týká výměny (energie, částic)

s **okolím**, zatímco člen  $\frac{d_i S}{d\tau}$  souvisí s nevratnými procesy **uvnitř** systému (nekompenzované ztráty při nich vznikající). Druhý člen pravé strany (7) nazýváme **produkcí entropie**  $\sigma$  a ze základů lineární termodynamiky [2] vyplývá, že ho můžeme zapsat jako součin termodynamických sil  $F_k$  a toků  $J_k$ :

$$\sigma = \frac{d_i S}{d\tau} = \sum_k F_k \cdot J_k > 0. \quad (8)$$

Nerovnost (8) představuje obecný zápis druhého termodynamického zákona: růst entropie vyjadřuje nevratné změny uvnitř systému a odpovídá samovolnému vývoji systému. Abychom si dokázali utvořit představu o pojmech termodynamická síla a tok, i o tom, jakým způsobem dochází k produkci entropie, uveďme následující příklad.

Mějme vodič, kterým prochází konstantní elektrický proud o velikosti  $I$ . Po uplynutí určité doby zjistíme, že průchodem elektrického proudu se vodič zahřál. Vzniklé tzv. Joulovo teplo se rozptyluje do okolí, jde o děj nevratný. Práce vykonaná elektrickým polem se přeměňuje v pohybovou energii neuspořádaných pohybů atomů (molekul) vodiče – tedy v teplo. Jinými slovy – volně pohyblivé nabitě částice předávají energii svého usměrněného pohybu částicím vázaným na stále rovnovážné polohy v mřížce, a tak zvětšují energii jejich kmitavého pohybu.

Za uvedených podmínek lze rozptýlené (disipované) Joulovo teplo  $\Delta Q_J$  lze psát ve tvaru:

$$\Delta Q_J = I \cdot U \cdot \Delta\tau, \quad (9)$$

kde  $U$  je elektrické napětí na vodiči a  $I$  je proud jím procházející po dobu  $\Delta\tau$ .

Množství energie přeměněné na teplo a rozptýlené do okolí za určitý časový interval určuje časovou změnu entropie systému, tedy produkci entropie. Z rovnovážné termodynamiky již víte, že změnu  $\Delta S$  entropie systému lze odhadnout poměrem  $\frac{Q}{T}$ . Časovou změnu entropie (produkce entropie)  $\sigma$  pak můžeme určit z podílu tepla  $Q$  rozptýleného za dobu  $\Delta\tau$  a teploty  $T$ , při které tento nevratný děj probíhal:

$$\sigma = \frac{1}{T} \cdot \frac{\Delta Q_J}{\Delta\tau} = \frac{I \cdot U}{T}. \quad (10)$$

Podle (8) nyní vyjádříme produkci entropie jako součin termodynamické síly a termodynamického toku. Tokem je v tomto případě elektrický proud  $I$ , odpovídající termodynamickou silou pak je podíl  $\frac{U}{T}$ .

V okolí termodynamické rovnováhy předpokládáme, že termodynamický tok je úměrný termodynamické síle. Určeme nyní koeficient úměrnosti  $k$  úpravou jejich vzájemného vztahu:

$$I = k \cdot \frac{U}{T}. \quad (11)$$

Dosadíme-li z Ohmova zákona za  $U = I \cdot R$ , musí koeficient  $k$  splňovat rovnici

$$k = \frac{T}{R}. \quad (12)$$

Získali jsme tak lineární vztah mezi termodynamickou silou a tokem. Často se ukáže, že tyto vztahy souhlasí s jinými již známými zákony, tak jako v případě Ohmova zákona<sup>3</sup>.

## 6. Závěr

Se základními poznatky z molekulové fyziky a termodynamiky se studenti seznamují v prvním pololetí druhého ročníku čtyřletého gymnázia. Při studiu vlastností látek používají jak statistickou, tak i termodynamickou metodu. Podle mého názoru je proto vhodné i pojem entropie do středoškolské termodynamiky<sup>4</sup> zavést kombinací výše uvedených přístupů v několika krocích:

- Pojmy nevratnost, neuspořádanost systému a novou veličinu entropii (jako funkci pravděpodobnosti stavu) je možné zařadit do úvodního tématu o struktuře látek. Studenti si v něm na základě jednoduchých statistických úvah osvojují pojem rovnovážného stavu soustavy. Pomocí příkladů z teorie pravděpodobnosti, uvedených v třetí části tohoto příspěvku, si pak mohou vytvořit představu i o pojmu entropie jako míře neuspořádanosti systému.
- Zavedení entropie jako stavové funkce by následovalo po rozboru druhého termodynamického zákona. Hlavní důraz by měl být kladen na využití vlastností empirické entropie (viz čtvrtá část příspěvku). Studenti by měli umět podle změny entropie v soustavě rozhodnout, zda se jedná o vratný či nevratný děj a určit směr nevratného děje. Pochopili by tak funkci entropie jako ukazatele vývoje systému při nevratném ději.
- S moderním přístupem nevratné termodynamiky (produkce entropie, termodynamické toky a síly, ...) by se studenti mohli seznámit v rámci výběrového semináře, který si volí ve čtvrtém ročníku. Téma semináře by bylo možné rozšířit o aplikace tohoto přístupu na živé systémy, které jsou uvedeny v [2], a tím se od idealizace klasické „termostatiky“ přiblížit k současnému pojetí termodynamiky nerovnovážných dějů. Došlo by tím také k posílení mezioborových vztahů předmětů: fyzika – chemie – biologie.

## Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Fyzika*. PROMETHEUS a VUTIUM, Praha a Brno 2000.
- [2] Prigogine I., Kondepudi D.: *Modern Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Chichester 1998.
- [3] Svoboda E., Bakule R.: *Molekulová fyzika*. Academia, Praha 1992.

---

<sup>3</sup> Podobně například jev difúze plynů nebo kapalin: tok částic z oblasti vyšší koncentrace do oblasti nižší koncentrace způsobuje produkci entropie a její vyjádření pomocí termodynamických toků a sil vede k Fickovu zákonu difúze.

<sup>4</sup> Především v rámci výuky termodynamiky na osmi- a čtyřletých gymnáziích s přírodovědným zaměřením.

## Počítačová podpora výuky astronomie a astronomických soutěží

Miroslav Randa\*, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň

Astronomie je zřejmě vůbec nejstarší přírodní vědou. Přesto zároveň patří k vědám, které se velmi intenzivně rozvíjejí. I když její matematizace je srovnatelná s fyzikou a astronomie běžně využívá fyzikální teorie k vysvětlování jevů ve vesmíru, nestala se vědou veřejností opomíjenou či dokonce odstrkovanou jako jiné přírodní vědy fyzika (viz např. [1–4]) či chemie. Příčin je jistě více, jednou z nich je zřejmě citový náboj, který zkoumání noční oblohy, ale i vesmíru a kosmických těles přináší, nezanedbatelný je úchvatný estetický zážitek při pozorování fotografií mlhovin, galaxií, ale i těles sluneční soustavy, opominout nelze ani touhu člověka poznat a umět vysvětlit počátky (případně konce) existence života a možnosti života mimo Zemi. U nás mohla být další příčinou i neúčast astronomie na častých reformách výuky ve školách.

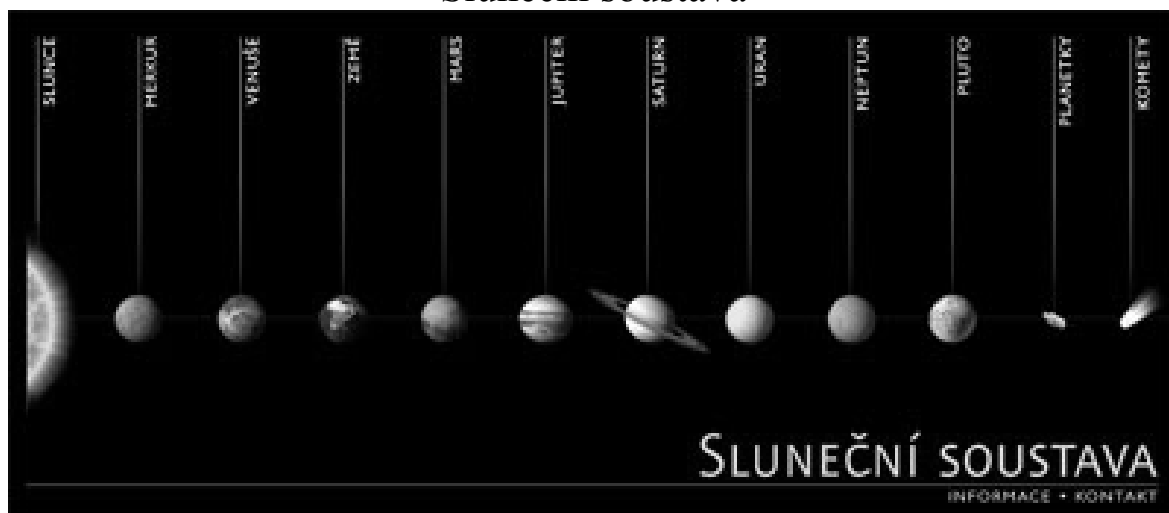
Pro neutuchající zájem o astronomii má velký význam stálý rozvoj pozorovací techniky, který přináší denně nová astronomická data a hezké obrázky a animace, ať už jsou získány pomocí kosmických sond či stále dokonalejších a větších kosmických teleskopů. Významný je rovněž rozvoj počítačové techniky jednak sloužící ke zvýšení kvality při pořizování snímků (včetně kompenzace chvění atmosféry a dalších vlivů pomocí aktivní a adaptivní optiky), jednak umožňující rychlý přenos informací po celém světě.

To na jedné straně nahrává výuce astronomie, protože je pro žáky a studenty zajímavá a plná novinek, na druhé straně tím ovšem znevýhodňuje učitele, protože vyžaduje velmi častou aktualizaci učiva a nutnost zapojovat do vyučování multimediální prostředky ve stále větší míře. Učitel se nemůže jako v jiných disciplínách (včetně mnoha partií fyziky) spoléhat na literaturu, protože učebnice astronomie i skripta velice rychle zastarávají, kromě toho „papírové“ publikace umožňují jen velmi střídmostné zařazení barevných obrázků do výukového textu (s ohledem na cenu a prodejnost knihy), nemluvě o videoukázkách a animacích, které upoutávají pozornost mnohem snáze než text či nepohyblivé (černobílé) obrázky.

### 1. Webové stránky astronomie

Astronomie na [astro.pef.zcu.cz](http://astro.pef.zcu.cz)

Sluneční soustava



\* RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., [randam@kof.zcu.cz](mailto:randam@kof.zcu.cz)

## Mlhoviny, hvězdokupy, galaxie



Obr. 1 Titulní stránka astronomických webových stránek na [astro.pef.zcu.cz](http://astro.pef.zcu.cz)

Proto jsem v letech 1999–2002 v rámci úspěšných projektů FRVŠ vytvořil a vedl tým, který vytvořil ojedinělou soustavu českých astronomických webových stránek [5] na serveru Pedagogické fakulty ZČU v Plzni (ve spolupráci s doc. RNDr. Martinem Šolcem, CSc. z Prahy, doc. RNDr. Vladimírem Šteflem, CSc. z Brna a skupinou studentů) – viz obr. 1. Vytvořené stránky jsou věnovány sluneční soustavě, galaxiím, mlhovinám a hvězdokupám. V současné době je rozsah stránek téměř 3 GB v téměř 2 000 souborech html (do tohoto počtu není zahrnuto dalších téměř 9 000 stránek generovaných dynamicky pomocí php). Podrobná statistika souborů je v tabulce 1:

Tabulka 1: statistika stránek [astro.pef.zcu.cz](http://astro.pef.zcu.cz)

Texty		2 082 ks		24 MB		1 %
*.htm	17 ks	611 044 B =	597 kB =	1 MB		2 %
*.html	1 875 ks	7 320 548 B =	7 149 kB =	7 MB		29 %
*.txt	190 ks	17 628 965 B =	17 216 kB =	17 MB		69 %
Animace		224 ks		1 286 MB		48 %
*.avi	42 ks	361 087 999 B =	352 625 kB =	344 MB		27 %
*.mpg	76 ks	476 556 601 B =	465 387 kB =	454 MB		35 %
*.mov	43 ks	206 747 106 B =	201 901 kB =	197 MB		15 %
*.mpeg	53 ks	256 578 702 B =	250 565 kB =	245 MB		19 %
*.qt	9 ks	47 815 980 B =	46 695 kB =	46 MB		4 %
Obrázky		13 230 ks		1 218 MB		45 %
*.jpg	9 593 ks	859 917 364 B =	839 763 kB =	820 MB		67 %
*.gif	3 617 ks	319 338 499 B =	311 854 kB =	305 MB		25 %
*.tiff	8 ks	93 567 640 B =	91 375 kB =	89 MB		7 %
*.jpeg	2 ks	22 604 B =	22 kB =	0 MB		0 %
*.bmp	10 ks	3 914 100 B =	3 822 kB =	4 MB		0 %
Ostatní		500 ks		149 MB		6 %
<b>Celkem</b>		<b>16 036 ks</b>		<b>2 678 MB</b>		



Stránky jsou velmi hojně navštěvovány nejen z ČR, ale i ze zahraničí. Během roku 2002 návštěvnost stránek výrazně vzrostla, jak je patrné z tabulky 2. O kvalitě stránek svědčí například to, že budou v nejbližší době (v současné době probíhá technická příprava) zrcadleny serverem České astronomické společnosti [6] i to, že po zadání „sluneční soustava“ nejvýznamnější vyhledávací server google [7] uvádí stránky sluneční soustavy na prvním místě. Podrobná statistika návštěvnosti od ledna 2002 do února 2003 je v tabulce 2 (skutečný počet návštěv je ještě vyšší, než uvádí poslední sloupce, protože registruje počet originálních IP adres počítačů a na školách je běžné, že z jednoho počítače přistupuje k internetu více uživatelů):

*Tabulka 2: statistika návštěvnosti stránek astro.pef.zcu.cz*

Měsíc	Hity	Bajty	Návštěvy
Leden 2002	22 046	480 239 334	681
Únor 2002	18 608	274 357 156	391
Březen 2002	25 587	297 233 791	520
Duben 2002	114 239	1 098 280 718	676
Květen 2002	92 685	1 285 521 095	1 045
Červen 2002	80 749	787 362 523	1 211
Červenec 2002	37 648	871 023 436	1 186
Srpen 2002	34 086	801 605 087	1 474
Září 2002	61 502	2 020 256 070	1 959
Říjen 2002	138 844	1 738 365 736	1 924
Listopad 2002	156 530	3 421 683 835	1 716
Prosinec 2002	139 070	1 852 136 505	1 941
Leden 2003	171 074	4 126 136 646	2 722
Únor 2003	153 068	4 875 787 262	2 702

**Hity:** Celkové množství souborů vyžádaných od serveru.

**Bajty:** Množství přenesených informací.

**Návštěvy:** (Přibližný) počet skutečných individuálních návštěvníků.

Připravený navazující projekt stránky doplní o další část, a to o stránky věnované hvězdám, jejich základním charakteristikám, vzniku, vývoji a závěrečným stádiím vývoje hvězd, jakož i proměnným hvězdám. Vytvořené stránky tak společně s brněnskými stránkami věnovanými astronomickým úlohám [8] vytvoří základ pro elektronický multimediální učební text pro žáky a studenty, ale i další zájemce. Výhodou projektu je neustálá aktualizace informací členy týmu, pro něž se práce na webových stránkách (a astronomie samotná) stala koníčkem.

## 2. Využití PowerPointových prezentací

Zatímco význam webových stránek spočívá zejména v případě samostudia, při doplňování poznatků z výuky, pro podporu distančního studia či pro hledání informací o astronomických objektech, pro vlastní výuku nejsou určeny. Je to dáno zejména tím, že webové stránky ze své podstaty mají sloužit libovolnému návštěvníkovi, a tak informace obsažené

na stránkách mají nejrůznější kvalitativní i kvantitativní úroveň. Předpokládá se, že uživatel si bude vybírat jen ty části, které jsou pro něho potřebné či zajímavé.

Pro vlastní výuku mají větší význam monotematicky zpracované multimediální prezentace vytvořené např. pomocí programu PowerPoint. Umožňují jednak ucelený a metodicky zpracovaný průchod jednotlivými tématy, jednak mohou být co do formy i metody přizpůsobené úrovni posluchačů. Přitom výhody počítačového zpracování zůstávají zachovány. V minulých letech jsem na několika úrovních připravil následující prezentace:

- Úvod do astronomie
- Planety sluneční soustavy
- Terestrické planety
- Obří planety
- Saturnovy měsíce
- Extrasolární planety
- Planety doma i za humny
- Malá tělesa sluneční soustavy
- Planetky sluneční soustavy
- Eros – další planetka prozkoumaná sondou
- Skleníkový jev
- Slunce
- Slunce a planetární mlhoviny
- Mlhoviny, hvězdokupy, galaxie
- Galaxie včera, dnes [a zítra]
- Zdroje gama záření v Galaxii
- Kosmologie 1
- Reliktní záření
- Kosmologie včera a dnes
- SN 1997ff aneb vše je jinak?
- Elementární částice



Obr. 2

Multimediální prezentace jsem vytvořil pro účely výuky astronomie pro studenty učitelství fyziky, pro studenty učitelství ostatních aprobací, pro studenty učitelství 1. stupně, v rámci Univerzity třetího věku, pro přednášky studentů středních škol apod.

### Literatura:

- [1] Arons A. B.: *Cesta k přírodovědné gramotnosti*. Školská fyzika **VII**, č. 3 (2001) 61, přeloženo z anglického originálu: Arons A. B.: *Achieving Scientific Literacy*. Deadalus, Spring 1983.
- [2] Lacina A.: *Modernizace přípravy učitelů fyziky – důvody, způsoby, výsledky*. Ve: Randa M.: *Moderní trendy ve výuce fyziky (Sborník z konference – Srní 2003)*. Plzeň 2003, str. 25.
- [3] Kepka J.: *Výuka fyziky po roce 2000*. Ve: Demjančuk N., Pinc Z.: *Výchova a vzdělání ve věku techniky (Sborník z konference)*. FHS ZČU, Plzeň 2000, str. 186.
- [4] Kepka J.: *Úspěšnost žáků základní školy ve fyzikální olympiádě*. Ve: Rauner K.: *Fyzika v devítileté základní škole (Sborník z konference – Rybník 1997)*. Praha 1988, str. 25.
- [5] <<http://astro.pef.zcu.cz>> *Astronomie* (česky).
- [6] <<http://www.astro.cz>> *Česká astronomická společnost* (česky).
- [7] <<http://www.google.com>> *Google* (anglicky).
- [8] <<http://www.physics.muni.cz/astrolohy/>> *Úlohy z astrofyziky* (česky).
- [9] Štefl V., Krůčka J.: *Úlohy z astrofyziky*. MU, Brno 2000.

## **Fyzika-výpočetní technika s elektronikou**

jako navazující magisterské učitelství na bakalářský stupeň

*Stach Vojtěch\*, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice*

Nově akreditované magisterské studium učitelství pro základní školy na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích vzniklo z potřeby propojit neučitelský bakalářský studijní program Měřicí a výpočetní technika (MVT) s magisterským studiem v učitelství Fyzika-výpočetní technika s elektronikou (F-VTE) navazující formou tříletého magisterského studia.

Toto studium je rovněž určeno pro absolventy technicky zaměřených bakalářských studijních programů např. v oboru 2616R Elektrotechnika a informatika, v kterém je i naše bakalářské studium MVT akreditováno.

Absolventi MVT museli učitelskou kombinaci F-VTE, která je rovněž akreditována na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity jako samostatné učitelství, studovat od prvního ročníku s velkou administrativou při žádostech o uznání zkoušek z disciplín již absolvovaných. Pro absolventy bakalářských studií podobného zaměření z jiných univerzit byla tato cesta téměř nerealizovatelná.

Nyní tu vznikla nová možnost propojení neučitelského odborně zaměřeného studia Měřicí a výpočetní techniky s učitelstvím magisterským stupněm vzdělání pro základní školy. Uvedené studium reaguje na záměr Ministerstva školství posílit kvalifikovanou strukturu učitelů v oblasti informatiky a výpočetní techniky.

Absolventi najdou uplatnění především jako učitelé základních škol, integrovaných škol a na nižším stupni víceletých gymnázií. Kromě toho se mohou vzhledem k absolvované předchozí specializaci bakalářského studia a jeho odbornému prohloubení, uplatnit jako samostatní technici a operátoři u PC, v laboratořích a výzkumných ústavech, na vysokých školách a samozřejmě v průmyslových závodech s výše uvedeným profilujícím zaměřením.

Student pro absolvování tohoto navazujícího studia musí splnit následující podmínky:

- Získat 190 kreditních bodů v předepsané skladbě:

*Aprobační předměty:* 116 kreditů povinných, 3 kredity v povinně volitelné, tj. celkem 119 kreditů

*Předměty společného základu:* 46 kreditů povinných, 7 kreditů povinně volitelných; celkem 53 kreditů

*Volitelné předměty:* 18 kreditů

- Absolvovat souvislou 4 týdenní praxi na ZŠ při výuce aprobačních předmětů
- Složit státní závěrečnou zkoušku, jejíž součástí je obhajoba diplomové práce

Konkrétní učební plány pro bc. MVT, fyziku, výpočetní techniku s elektronikou jsou následně uvedeny. Společný základ z pedagogicko-psychologických disciplín je uveden na [www.kf.pf.jcu.cz](http://www.kf.pf.jcu.cz).

---

\* Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc., [stach@pf.jcu.cz](mailto:stach@pf.jcu.cz)

**Studijní plány:**

Bakalářské studium: **MĚŘICÍ A VÝPOČETNÍ TECHNIKA**

**Celkový limit: 180** kreditů

Povinné předměty: **174** kreditů

Výběrové (na všech katedrách): 6 kreditů

**Povinné předměty:**

Zkratka	Název předmětu	Poč. kred.	Rozsah výuky	Zakončení	Dop. R S
TFYB1	Technická fyzika I. – mech., mol. fyzika a termika +	5	3+1	Zp, ZK	1 ZS
AMAB1	Aplikovaná matematika I. +	5	2+2	Zp, ZK	1 ZS
KTE/TDOB	Technická dokumentace	3	2+1	Zp	1 ZS
KIN/PGP1	Programování v jazyku Pascal I.	6	2+2	Zp, ZK	1 ZS
ZFMB1	Základní fyzikální měření I. +	2	0+1	Zp	1 ZS
ANJB1	Anglický jazyk I.	3	0+2	Zp	1 ZS
KPS/PSA	Aplikovaná psychologie	3	1+1	ZP	1 ZS
		(27)			
KTE/TMEB	Technická mechanika	3	2+1	Zp	1 LS
TEFB2	Technická fyzika II. – elektřina a magnetismus	5	3+1	Zp, ZK	1 LS
AMAB2	Aplikovaná matematika II.	5	2+2	Zp, ZK	1 LS
KIN/PGP2	Programování v jazyku Pascal II.	6	2+2	Zp, ZÚ	1 LS
ZFMB2	Základy fyzikálních měření II.	2	0+2	Zp	1 LS
VTF	Výpočetní technika pro fyziky	2	0+1	Zp	1 LS
ZFMB3	Základní fyzikální měření III. – el. a magnetismus	2	0+2	Zp	1 LS
ANJB2	Anglický jazyk II.	4	0+2	Zp, ZK	1 LS
		(29)			
TEFB3	Technická fyzika III. – kmity, vlnění a optika	5	3+1	Zp, ZK	2 ZS
SVEB1	Statistické vyhodnocení experimentálních dat I.	2	1+1	Zp	2 ZS
PRP1	Principy počítačů I.	3	2+1	Zp	2 ZS
EKAB1	Elektronika I.	4	3+1	Zp	2 ZS
KFY/ETEB-00	Elektrotechnika	7	4+1	Zp, ZK	2 ZS
		(21)			
TEFB4	Technická fyzika IV. – at., jad. a subjaderná fyzika	5	2+1	Zp, ZK	2 LS
ZFMB4	Zákl. fyzikální měření IV. – kmity, vlnění a optika	3	0+2	Zp	2 LS
SVEB2	Statistické vyhodnocení experimentálních dat II.	3	1+1	Zp, ZK	2 LS
PRP2	Principy počítačů II.	4	2+1	Zp, ZK	2 LS
EKA2	Elektronika II.	4	2+1	Zp, ZK	2 LS
		(18)			
KFY/PMPB-00	Principy a systémy měřicích přístrojů	4	2+1	Zp, ZK	3 ZS
SPM1	Speciální měření I. – atomová a jaderná fyzika	3	0+2	Zp	3 ZS
AUT1	Automatizace a řízení I.	3	2+1	Zp	3 ZS
UŽE	Užitá elektronika a výpočetní technika	5	2+1	Zp, ZÚ	3 ZS
PREB	Praktikum z elektroniky	3	0+2	Zp	3 ZS
TZV	Technologie získávání vakua	4	2+1	Zp, ZÚ	3 ZS
KIN/TUPB	Technická údržba výpočetní techniky	3	0+2	Zp	3 ZS
BAP1	Bakalářská práce I.	4	1+0 (k.)	Zp	3 ZS
		(29)			
BPŘB	Bezpečnostní předpisy	4	2+1	Zp, ZP	3 LS
AUT2	Automatizace a řízení II.	5	2+1	Zp, ZÚ	3 LS
EMAB	Ekonomika a marketing	4	2+1	Zp, ZÚ	3 LS
SPM2	Spec. měření II. – opt. a elektronické metody měření	3	0+2	Zp	3 LS
PRXB	Praxe	17	4 t/ sem.	Zp	3 ZS
BAP2	Bakalářská práce II.	8	1+0 (k.)	Zp	3 LS
SZZB	Státní závěrečná zkouška	0	0+0	SZZ	3 LS
		(41)			

Celkem: 165 kreditů

**Povinně volitelné předměty:**

*Blok A*

*min. 9 kreditů*

Zkr.	Název předmětu	Počet kred.	Rozsah výuky	Zakonč.	Dopor. R S
MLB	MATLAB	3	1+1	Zp, ZÚ	ZS
JAE	Jaderná energetika	3	2+0	Zp, ZÚ	ZS
AFY	Aplikovaná fyzika	3	2+0	Zp, ZÚ	LS
DĚF	Dějiny fyziky	2	0+1	Zp	ZS
KIN/ WWW1	Tvorba WWW stránek I.	2	0+2	Zp	ZS
MPF3	Matematiky pro fyziky III.	4	2+1	Zp, ZK	2 LS

**Výběrové předměty:**

Zkr.	Název předmětu	Počet kred.	Rozsah výuky	Zakonč.	Dopor. R S
KIN/ITT	Informační technologie – test	1	0+0	Zp	1
FPL	Fyzika pevných látek	4	2+0	Zp, ZÚ	2 LS
TTS	Technologie tištěných spojů	4	1+2	Zp, ZÚ	4 LS
KFY/RŽP-00	Radioaktivita v životním prostředí	4	2+0	ZÚ	3 ZS
KFY/PLA	Fyzika plazmatu	4	2+1	Zp, ZÚ	ZS
AVT	Audiovizuální technika	4	2+1	Zp, ZÚ	4 LS

**Navazující studium Fyzika – výpočetní technika s elektronikou**

Aprobační předmět **FYZIKA pro ZŠ**

**Povinné předměty:**

**Celkem: 60 kreditů**

Zkratka	Název předmětu	Počet kred.	Rozsah výuky	Zakonč.	Dopor. R S
OFY1	Obecná fyzika I. – mechanika +	7	3+2	Zp, ZK	1 ZS
OFY5	Obecná fyzika V. – kmity, vlnění a optika	7	3+2	Zp, ZK	1 ZS
		(14)			
OFY2	Obecná fyzika II. – termika a molekulová fyzika	4	2+1	Zp, ZK	1 LS
OFY3	Obecná fyzika III. - elektřina	5	3+1	Zp, ZK	1 LS
FPL	Fyzika pevných látek	4	2+0	Zp, ZU	1 LS
		(13)			
DFY1	Didaktika fyziky I.	3	1+1	Zp	2 ZS
TFY 1	Teoretická fyzika I. – teoretická mechanika	5	2+1	Zp, ZK	2 ZS
OFY4	Obecná fyzika IV. - magnetismus	5	3+1	Zp, ZK	2 ZS
		(13)			
PŠPZ1	Praktika školních pokusů I.	2	0+2	Zp	2 LS
DFYZ2	Didaktika fyziky II.	4	1+2	Zp, ZK	2 LS
TFY 2	Teoretická fyzika II. – teorie pole a teorie relativity	5	3+1	Zp, ZK	2 LS
		(11)			
PŠPZ2	Praktikum školních pokusů II.	3	0+3	Zp	3 ZS
AST	Astronomie	4	1+1	Zp, ZK	3 ZS
DFY3	Didaktika fyziky III.	2	0+1	Zp	3 ZS
SZZ	Státní závěrečná zkouška	0	0+0	SZZ	3 ZS/LS
		(9)			

Celkem: 60 kreditů

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky

Aprobační předmět **VÝPOČETNÍ TECHNIKA S ELEKTRONIKOU pro ZŠ**

**Povinné předměty:**

**Celkem: 56 kreditů**

Zkratka	Název předmětu	Počet kred.	Rozsah výuky	Zakonč.	Dopor. R S
KMA/DIM1	Diskrétní matematika I.	6	2+2	Zp, ZK	1 ZS
KIN/TEA	Teorie konečných automatů	4	2+1	Zp, ZK	1 ZS
KIN/DBS1	Databázové systémy I.	6	2+2	Zp, ZK	1 ZS
		(16)			
KIN/ADSZ	Algoritmy a datové struktury	4	2+0	Zp, ZK	1 LS
KIN/DBS2	Databázové systémy II.	3	0+2	Zp	1 LS
KIN/OPSZ	Operační systémy	5	2+1	Zp, ZK	1 LS
KFY/TTS	Technologie tištěných spojů	4	1+2	Zp, ZÚ	1 LS
		(16)			
KIN/DIV1	Didaktika informatiky a výpočetní techniky I.	2	1+1	Zp	2 ZS
KIN/LOS	Lokální počítačové sítě	5	2+2	Zp, ZK	2 ZS
KFY/EST	Elektronické součásti a technologie	4	2+1	Zp, ZK	2 ZS
		(11)			
KIN/DIV2	Didaktika informatiky a výpočetní techniky II.	3	0+2	Zp, ZÚ	2 LS
KFY/AVT	Audiovizuální technika	4	2+1	Zp, ZÚ	2 LS
		(7)			
KFY/MPT	Mikroprocesorová technika	4	2+1	Zp, ZK	3 ZS
KFY/DEL	Didaktika elektroniky s VT	2	1+1	Zp	3 ZS
KFY/SZZ	Státní závěrečná zkouška	0	0+0	SZZ	3 ZS/LS
		(6)			

Celkem: 56 kreditů

**Povinně volitelné předměty z aprobačních předmětů (F, VTE)**

**min. 3 kredity**

Zkratka	Název předmětu	Počet kred.	Rozsah výuky	Zakonč.	Dopor. R S
KFY/AFY	Aplikovaná fyzika	3	2+0	Zp, ZÚ	2 LS
KFY/PPV	Počítačem podporovaná výuka	2	0+2	Zp	2 ZS
KFY/MPF3	Matematika pro fyziky III	4	2+1	Zp, ZK	2 LS
KFY/MLB	MATLAB	3	1+1	Zp, ZÚ	3 ZS
KFY/EZŠ	Elektronika na ZŠ	2	0+2	Zp	2 LS
KFY/PLA	Fyzika plazmatu	4	2+1	Zp, ZÚ	3 ZS

**Výběrové předměty z aprobačních předmětů (F, VTE):**

**18 kreditů**

Zkratka	Název předmětu	Počet kred.	Rozsah výuky	Zak.	Dopor. R S
KFY/RŽP-00	Radioaktivita v životním prostředí	4	2+0	ZU	2 ZS
KIN/ACS	Databázový systém ACCESS	2	0+2	Zp	LS
KIN/ASPZ1	Asistentská praxe I	2	0+2	Zp	ZS
KIN/ASPZ2	Asistentská praxe II	2	0+2	Zp	LS
KIN/DIS1	Diplomový seminář I.	6	1+0 (konzultace)	Zp	2 LS
KIN/DIS2	Diplomový seminář II.	12	1+0 (konzultace)	Zp	3 ZS/LS
KFY/DIS1	Diplomový seminář I.	6	1+0 (konzultace)	Zp	2 LS
KFY/DIS2	Diplomový seminář II.	12	1+0 (konzultace)	Zp	3 ZS/LS

## **Další vzdělávání učitelů fyziky (některé zkušenosti z MFF UK Praha)**

*Emanuel Svoboda\*, MFF UK, Praha*

V současné době stále neexistuje (bohužel) ucelený systém dalšího vzdělávání učitelů. Chybí jednotná koncepce (již od roku 1976!), cílová zaměření profesionálního růstu, přesné legislativní vymezení tohoto vzdělávání. Nebyl dosud schválen původně navržený a připomínkový kariérní řád ani nevznikl nový návrh příslušného předpisu, který by také současně vytvořil na straně učitelů potřebnou motivaci k jejich dalšímu vzdělávání.

Naštěstí ve fyzice se uskutečňuje řada aktivit, které tento neutěšený stav zmírňují. Konají se např. semináře a konference učitelů fyziky (své místo má např. Veletrh nápadů učitelů fyziky, proběhlo již 7 ročníků), letní školy, odborné přednášky často ve spojení s fyzikálními experimenty, na kterých se podílejí fakulty vzdělávající učitele fyziky, Fyzikální pedagogická sekce JČMF, Pedagogická centra ve spolupráci s vysokými školami, popř. další instituce.

Na základě zkušeností s těmito aktivitami vznikl před několika lety na katedře didaktiky fyziky MFF UK Praha **ucelenější program jednosemestrálního atestačního kurzu** pro zájemce z řad učitelů fyziky základních a středních škol. Program vyváženě zahrnoval složky zaměřené k těmto problematikám:

- a) změny ve výuce fyziky a z nich plynoucí potřeby doplnění profesních znalostí a dovedností učitelů fyziky,
- b) kontakt s fyzikou jako vědním oborem zahrnující i experimentální metody práce,
- c) počítačová podpora výuky fyziky ve spojení s reálným fyzikálním experimentem,
- d) pedagogicko-psychologické aspekty v práci učitele fyziky.

Cílem atestačního kurzu bylo nabídnout konkrétní a dobře realizovatelný program vycházející z aktuálních potřeb učitelů fyziky a časově i obsahově optimalizovat jeho náplň z hlediska podmínek práce vysoké školy a současného pracovního zatížení učitelů.

Poprvé se kurz uskutečnil na katedře didaktiky fyziky MFF v zimním semestru akademického roku 1997/1998 a to ve dvou paralelních turnusech pro učitele středních škol (2 x 24 učitelů) a ve dvou paralelních turnusech pro učitele základních škol (rovněž 2 x 24 učitelů). Kurz byl hrazen z finančních prostředků získaných řešením grantového projektu a vkladů účastníků kurzu placených z fondu ředitelů škol určeného pro další vzdělávání učitelů. Pro velký zájem dalších učitelů fyziky základních a středních škol jsme kurz se stejným obsahem opakovali v letním semestru stejného akademického roku a v zimním semestru akademického roku 1998/1999.

Plánovali jsme, na základě žádosti učitelů absolvujících uvedený atestační kurz, navazující kurz, ale bohužel jsme nezískali nový grantový projekt, ačkoliv jsme jasně a srozumitelně dokumentovali jak úspěšnost předchozího kurzu, tak i nové konkrétní požadavky praxe.

### **Program turnusu pro základní školy:**

#### **A. Didaktika fyziky**

<i>Vybrané školní fyzikální experimenty</i>	4 h
<i>Heuristické metody výuky fyziky</i>	2 h
<i>Výuka fyziky podporovaná počítačem</i>	6 h (celodenní program)

---

\* Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc., [emanuel.svoboda@mff.cuni.cz](mailto:emanuel.svoboda@mff.cuni.cz)

**B. Fyzika**

<i>Meteorologie</i>	2 h
<i>Jaderná fyzika</i>	2 h
<i>Astronomie</i>	2 h

**C. Pedagogika-psychologie**

<i>Drogová závislost</i>	2 h
<i>Komunikace učitel–žák</i>	2 h
<i>Specifické poruchy učení</i>	2 h

**Program turnusu pro střední školy:**

**A. Didaktika fyziky**

<i>Školní fyzikální experimenty</i>	6 h
<i>Výuka fyziky podporovaná počítačem</i>	6 h (celodenní program)

**B. Fyzika**

<i>Od krystalů ke kvantovým strukturám</i>	2 h
<i>Jaderná fyzika</i>	2 h
<i>Astronomie</i>	2 h

**C. Pedagogika - psychologie**

<i>Drogová závislost</i>	2 h
<i>Sociální dovednosti učitele</i>	2 h
<i>Psychotronika očima fyzika</i>	2 h

Na závěr kursu obdrželi úspěšní absolventi osvědčení od MFF UK podepsané studijním proděkanem fakulty a vedoucím katedry. Osvědčení mohly ředitelé škol použít jako jeden z reálných podkladů pro osobní hodnocení učitele.

Sestavili jsme a zadali frekventantům atestačního kurzu dotazník, abychom od nich získali jednak připomínky k průběhu a obsahu kurzu, jednak návrhy na zkvalitnění a propracování koncepce dalšího vzdělávání učitelů fyziky. Ze zpracovaných výsledků dotazníkového průzkumu vyplynuly tyto závěry:

**A. Základní škola**

1. Pro zvětšení rozsahu kurzu se vyslovilo 17 % účastníků, 83 % účastníků doporučilo ponechat původní rozsah.
2. Hodnocení obsahové náplně jednotlivých složek kurzu dopadlo následovně:

okruh	velmi přínosný %	přínosný %	málo přínosný %
<i>odborná fyzika</i>	58,5	36,6	4,9
<i>didaktika fyziky</i>	66,0	34,0	0
<i>počítačová podpora výuky fyziky</i>	70,7	29,3	0
<i>pedagogicko-psychologická složka</i>	34,0	63,5	2,5

3. Hodnocení odborné úrovně jednotlivých složek kurzu bylo:

okruh	výborná %	velmi dobrá %	Nevyhovující %
<i>odborná fyzika</i>	80,5	19,5	0
<i>didaktika fyziky</i>	78,0	22,0	0
<i>počítačová podpora výuky fyziky</i>	87,8	12,2	0
<i>pedagogicko-psychologická složka</i>	58,5	41,5	2,5



## B. Střední škola

1. Zvětšení rozsahu kurzu doporučilo 43 % účastníků, pro ponechání původního rozsahu se vyslovalo 57 % účastníků.
2. Hodnocení obsahové náplně jednotlivých složek kurzu:

okruh	velmi přínosný %	přínosný %	málo přínosný %
<i>odborná fyzika</i>	52,5	45,0	2,5
<i>didaktika fyziky</i>	87,8	12,2	0
<i>počítačová podpora výuky F</i>	60,0	40,0	0
<i>pedagogicko-psychologická složka</i>	33,0	64,0	3,0

3. Hodnocení odborné úrovně jednotlivých složek kurzu:

okruh	výborná %	velmi dobrá %	nevyhovující %
<i>odborná fyzika</i>	81,0	16,0	3,0
<i>didaktika fyziky</i>	100,0	0	0
<i>počítačová podpora výuky F</i>	82,5	17,5	0
<i>pedagogicko-psychologická složka</i>	64,0	33,0	3,0

Jak je vidět z tabulek, jednosemestrální atestační kurz byl učiteli základních a středních škol kladně přijat, byli spokojeni s obsahovou náplní i odbornou úrovní jednotlivých složek kurzu. Učitelé pracovali s obrovským elánem, vyměňovali si zkušenosti mezi sebou i s vyučujícími, ocenili poskytnuté písemné materiály. Řada z nich se vrátila na místa, kde probíhalo jejich vysokoškolské studium. Mohli porovnávat, co se změnilo v přípravě učitelů fyziky, probíhaly neformální diskuse k programu učitelského vzdělávání. To vše velmi kladně ovlivnilo celkovou atmosféru kurzu.

V rámci rozvojového programu MŠMT jsme v zimním semestru akademického roku 2002/2003 uskutečnili semestrální **vzdělávací cyklus neaprobovaných učitelů fyziky základní školy**. Považujeme v současnosti konání takových kurzů za velmi důležitý moment vzhledem k nedostatku učitelů fyziky na základních školách.

Program kurzu byl věnovaný didaktice fyziky a měl teoretickou a praktickou část:

### A. Teoretická část

1. Cíle výuky fyziky 4 h
2. Metody výuky fyziky 7 h
3. Didaktické funkce pokusů ve výuce fyziky (2 h)
4. Metodika řešení úloh 4 h
5. Diagnostika vědomostí 4 h

Důraz v této teoretické části byl kladen na poskytnutí dostatečného počtu konkrétních příkladů k jednotlivým didaktickým okruhům (např. konkrétní ukázky vymezení cílů výuky fyziky základní školy, příklady řešení problémů, konkrétní formy heuristické metody, výsledky práce žáků při řešení projektů, rozbor konkrétních úloh vhodných pro žáky základní školy, ukázky vzorových zkoušek apod.).

### B. Praktická část

6. Frontální práce 4 h (zaměřeno na práci se soupravou polovodičů)
7. Pokusy s jednoduchými pomůckami 2 h
8. Praktikum školních pokusů 4 h (práce ve dvojicích)
9. Mikrovýstupy učitelů s následnými rozbory 8 h (podmínkou bylo zařazení vhodných pokusů)

Na realizaci kurzu se podíleli tři pracovníci katedry didaktiky fyziky a dva zkušení učitelé fyziky ze základní školy.

Na závěr kurzu měli učitelé 3 týdny na vypracování **seminární práce**. Tématem práce bylo vypracování souboru nejméně pěti příprav učitele fyziky na vyučovací hodinu. Ke každé přípravě musela předcházet didaktická analýza obsahu učiva, musely být jasně formulovány specifické cíle s použitím taxonomie poznávacích, operačních a hodnotových cílů. Příprava musela být zpracována tak, že bylo patrné použití aktivních metod výuky, velký důraz byl kladen také na experimentální stránku výuky (zařazení demonstračních pokusů učitele, žákovských pokusů, popř. frontálních pokusů). Požadavkem byly i jasné formulace otázek a úloh pro procvičování učiva. Souhrnně řečeno, učitelé museli prokázat dovednost aplikovat poznatky, se kterými byli seznámeni v průběhu kurzu.

Každá seminární práce byla posouzena, metodický rozbor byl pak součástí závěrečného vyhodnocení kurzu.

Na závěr kursu (jehož celkový rozsah byl 42 hodin) obdrželi úspěšní absolventi osvědčení od MFF UK podepsané studijním proděkanem fakulty a vedoucím kurzu.

I v tomto druhém případě učitelé velmi kladně ocenili celý kurz, teoretická i praktická část splnily jejich očekávání. Učitelé také kladně hodnotili poskytnuté studijní materiály například k cílům výuky, metodám výuky (včetně námětů pro zadávání projektů). Podařilo se vytvořit dobrou pracovní skupinu, jejíž členové si také průběžně vyměňovali zkušenosti ze svých škol. Celková dobrá pracovní atmosféra se zvláště projevila během mikrovýstupů.

Co říci závěrem? Obě akce (a podobně další aktivity, např. Veletrh nápadů učitelů fyziky) ukázaly, že učitelé fyziky jak základních tak středních škol mají velký zájem o další vzdělávání, váží si navázaných kontaktů s učiteli katedry didaktiky fyziky i dalšími učiteli fakulty. Na druhé straně prokázaly, že katedra (resp. fakulta) má dostatek zkušeností, personálních i organizačních možností kvalitně realizovat podobné kurzy. Podobně je tomu i na ostatních fakultách připravujících učitele. Nic nebrání tomu, aby se další vzdělávání učitelů fyziky pod garancí těchto fakult úspěšně naplňovalo s tím, že fakulty z tohoto pohledu hodnoceny a budou také finančně podporovány MŠMT ČR.

## Současná astrofyzika v úlohách

Vladimír Štefl\*, Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Pro procvičování fyziky existuje v české literatuře řada rozsáhlých a dobře zpracovaných sbírek úloh. V případě astrofyziky tak příhodná situace není. Poslední osvědčenou sbírkou úloh především z astronomie a pouze částečně z astrofyziky byla vysokoškolská učebnice **Široký, J., Široká, M.: Základy astronomie v příkladech** [1], která vyšla naposledy v roce 1973.

Od té doby zejména astrofyzika prošla a stále ještě prochází prudkým vědeckým vývojem, s kterým je třeba budoucí učitele fyziky základních a středních škol seznámit. Proto byla v Brně vytvořena vysokoškolská sbírka **Štefl, V., Krtička, J.: Úlohy z astrofyziky** [2] pro výuku učitelských kombinací s fyzikou na Přírodovědecké a Pedagogické fakultě MU. Následnou úpravou byly **Úlohy z astrofyziky** převedeny do hypertextové podoby na adrese <http://www.physics.muni.cz/astroulohy/> [3]. Doplnují výkladový text skript **Štefl, V.: Vybrané kapitoly z astrofyziky** [4] a v širším slova smyslu i některé kapitoly vysokoškolské učebnice **Vanýsek, V.: Základy astronomie a astrofyziky** [5].

Ve sbírce je uvedeno přes 260 úloh, z nichž přibližně polovina je převzata ze zahraniční literatury, druhá polovina je původních. Prvních devět kapitol připravil V. Štefl, desátou s počítačovými náměty J. Krtička. Text zadání úloh je zpestřen obrazovým materiálem, zachycujícím jak kosmické objekty a jevy, o kterých úlohy pojednávají, tak i grafy a tabulkami různých závislostí vztahujících se k úlohám. Do kapitoly astrofyzikálních konstant a zákonů byl umístěn odkaz na kalkulátor, který umožňuje provádět výpočty.

Rozčlenění obsahu sbírky je následující:

1. Záření
2. Základy hvězdné spektroskopie
3. Nitro hvězd
4. Hvězdné atmosféry
5. Dvojhvězdy
6. Pozdní stadia vývoje hvězd, novy, supernovy
7. Závěrečná stadia vývoje hvězd
8. Hvězdy a mezihvězdná látka
9. Extragalaktická astronomie
10. Počítačové úlohy
11. Astronomické a fyzikální konstanty, zákony, kalkulátor
12. Literatura.

Vedle již klasických obsahuje sbírka i témata novější, zahrnující problematiku hvězdného větru, gravitačních čoček, zdrojů energie nov, supernov, jevů spojených s bílými trpaslíky a neutronovými hvězdami, vyzařováním binárního pulsaru, přenosu hmoty v těsných dvojhvězdách, jader aktivních galaxií atd.

Obtížnost úloh je rozmanitá, od nejjednodušších vhodných pro bakalářské studium astrofyziky, po středně obtížné určené učitelskému studiu s fyzikou. Ve sbírce nalezneme i složitější úlohy, které jsou předurčeny pro studenty magisterského astrofyzikálního studia či dokonce pro studenty doktorského astrofyzikálního studijního programu.

Vedle zadání úloh je v textu také řešení, včetně stručného komentáře. Pro podporu samostatného postupu studentů, opírajícího se o jejich vědomosti a dovednosti, bylo řešení umístě-

---

\* Doc. RNDr. Vladimír Štefl, CSc., [stefl@astro.sci.muni.cz](mailto:stefl@astro.sci.muni.cz)

no mimo zadání úloh. Je vhodné, aby teprve následně po vlastním řešení se studenti přesvědčovali o správnosti postupu i dosažených numerických hodnotách.

Ve sbírce jsou úlohy různých typů, na procvičování znalostí i problémové, vyžadující složitější dovednosti a samostatný úsudek. Například úloha 9.7., v které studenti mají za úkol stanovit vzdálenost galaxie M 100. V této úloze v modelové podobě reprodukuje klíčový astrofyzikální experiment prováděný prostřednictvím HST a napodobují práci astrofyziků. Z grafu závislosti pozorované hvězdné velikosti a periody pulsace u klasických cefeid stanoví  $m_y$ , výpočtem dále  $M_y$  a posléze vzdálenost  $r$ . Dále také úloha 9.4, kde studenti odpovídají na otázku, které emisní čáry byly použity k zjištění kvasaru s rudým posuvem  $z = 2,5$ , má problémový charakter.

Přestože jsou některé úlohy svým obsahem abstraktní a obtížnější, lze se při jejich řešení opírat o přirozené poznávací potřeby studentů, zvyšující vnitřní motivaci k vyřešení. Na posílení motivace byla do obsahu sbírky zařazena atraktivní přitažlivá témata, například vyzařování gravitačních vln binárním pulsarem, zdroje energie v supernově 1987 A, černé díry v jádrech galaxií atd.

U takových a podobných objektů se studenti setkávají s extrémními hodnotami fyzikálních veličin, což je typické pro astrofyziku jako vědní obor, neboť pojednává o vzdálených kosmických objektech velkých rozměrů, s fyzikálními podmínkami nenapodobitelnými v pozemských laboratořích. Při výpočtech s extrémními hodnotami u studentů dochází k rozšiřování fyzikálních představ, neboť v obsahu úloh se setkávají s **intervalem velikostí** v rozsahu  $10^{-15}$  m (atomová jádra) až  $10^{23}$  m (průměr Místní soustavy galaxií), **hmotností**  $10^{-35}$  kg (horní mez klidové hmotnosti neutrin) až  $10^{43}$  kg (hmotnost Místní soustavy galaxií), **hustota**  $10^{-23}$  kg · m<sup>3</sup> (mezagalaktické prostředí) až  $10^{17}$  kg · m<sup>3</sup> (centrální hustota neutronových hvězd), **teplot** 2,7 K (teplota reliktního záření) až  $10^{10}$  K (centrální teplota v nitru hvězd v závěrečných stadiích vývoje), **energií**  $10^{-24}$  J (energie fotonu o  $\lambda = 0,21$  m) až  $10^{43}$  J (energie vyzářená supernovou v průběhu exploze), **zářivých výkonů**  $10^{-3}$  W (prachové zrno při teplotě 20 K) až  $10^{40}$  W (kvasary).

Vzhledem k všeobecnému rozšíření internetové sítě může výše rozebíraná sbírka úloh pomoci k zlepšení astrofyzikální přípravy studentů fyziky na vysokých školách v České republice.

### Literatura:

- [1] Široký J., Široká M.: *Základy astronomie v příkladech*. SPN, Praha 1973.
- [2] Štefl V., Krtička J.: *Úlohy z astrofyziky*. MU, Brno 2000.
- [3] Štefl V., Korčáková D., Krtička J.: *Úlohy z astrofyziky*.
- [4] <http://www.physics.muni.cz/astroulohy/>
- [5] Štefl V.: *Vybrané kapitoly z astrofyziky*. UJEP, Brno 1985.
- [6] Vanýsek V.: *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha 1980.

## Učebnice fyziky pro ZŠ a počítačem podporovaná výuka

*Jiří Tesař, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice*

V současné době existuje v ČR několik sad učebnic fyziky pro ZŠ, které mají doložku MŠMT. Doložka MŠMT garantuje, že daná sada učebnic je v souladu s některým učebním programem schváleným MŠMT. Většinou se jedná o program „Základní škola“, některé z uvedených sad jsou určeny i pro nižší stupně víceletých gymnázií. V mnohých případech se však liší určení uvedené v podtitulu učebnice s doložkou MŠMT. Učitelé fyziky mohou svoji výuku opřít o následující sady učebnic:

<b>Autoři:</b>	<b>Název učebnice:</b>	<b>Určeny pro:</b>
Kolářová, R., Bohuněk, J.	Fyzika pro 6.–9. ročník ZŠ	ZŠ
Macháček, M.	Fyzika pro 6.–9. ZŠ a víceletá gymnázia	ZŠ a víceletá gymnázia
Rojko, M. a kol.	Fyzika kolem nás I.–IV.	ZŠ
Jáchim, F., Tesař, J.	Fyzika pro 6.–9. ročník ZŠ	ZŠ
Lustigová, Z.	Fyzika I., II.	ZŠ

Všechny uvedené sady učebnic odpovídají době svého vzniku a nesou výrazný rukopis svých autorů.

Učebnice autorů Kolářová a Bohuněk jsou vlastně přepracované a upravené učebnice, které se používaly v naší republice již od začátku 80. let minulého století. Tyto učebnice přesně odpovídají programu „Základní škola“, neboť ten je odrazem původních učebnic z poslední čtvrtiny minulého století. Současné učebnice již nejsou rozdělené na studijní a pracovní část a jsou rozšířené o učebnici pro 9. ročník ZŠ. Poslední vydání těchto učebnic respektuje výtky z řad učitelů k původním učebnicím na jejich přílišnou abstraktnost a odtrženost od praxe. Jejich grafické provedení odpovídá požadavkům současné doby.

Učebnice M. Macháčka vznikly jako reakce na učebnice fyziky pro ZŠ používané na konci minulého století. Jejich vydávání začalo učebnicí pro 7. ročník a dále byla sada doplněna o učebnice pro 6. a 8. ročník a v důsledku uzákonění devítileté školní docházky vznikla i učebnice pro 9. ročník ZŠ. Tyto učebnice obsahují mnoho zajímavostí z praxe, návodů na jednoduché pokusy a historických poznámek. Jejich grafické provedení je však velmi strohé a pro žáky ne příliš motivující.

Sada učebnic od M. Rojka a kol. vznikla v 2. polovině 90. let minulého století a je ojedinelá svým pojetím – její uspořádání učiva vychází z myšlenek Waldorfských škol – začíná akustikou a optikou a postupně se dostává k ostatním partiím fyziky. Uspořádání probíraného učiva je cyklické, takže se s probíraným učivem setkávají žáci vícekrát, ale vždy na vyšší úrovni. Celkové pojetí učebnice rozvíjí především tvůrčí aktivity žáků a je zaměřeno na praktické využití probíraného učiva v praxi. Tyto učebnice mají výbornou grafickou úroveň a jsou doplněny velmi zdařilými obrázky z mnoha oborů současné fyziky. Tato sada obsahuje dvě verze učebnic: učitelskou a žakovskou – učitelská verze má navíc metodické poznámky, které upozorňují učitele na návaznosti a další didaktické problémy probíraného učiva.

Učebnice autorů Jáchim a Tesař vznikly na přelomu 20. a 21. století, kromě základních učebnic pro 6.–9. ročník ZŠ obsahuje tato sada také učebnici „Seminář a praktikum z fyziky pro 2. stupeň ZŠ“ a v tisku je „Sbírka úloh z fyziky pro ZŠ“ jako doplněk k základním učebnicím této řady. Učebnice mají oproti učivu uváděnému v programu Základní škola částečně odlišné uspořádání učiva v jednotlivých ročnících tak, aby lépe rozložily učivo do jednotlivých ročníků při respektování vhodnosti časového zařazení a maximálního omezení nesouladu s matematikou. Učivo je doplněno „Historickými poznámkami“ a rubrikou „Něco navíc“, tyto

\* PaedDr. Jiří Tesař, Dr., raset@pf.jcu.cz

informace jsou určeny pro žáky s hlubším zájmem o fyziku. Grafické provedení těchto učebnic je zdařilé, vtipné kreslené obrázky přispívají ke kladné motivaci žáků.

Učivo fyziky je v učebnicích autorky Z. Lustigové rozděleno do dvou svazků. Tyto učebnice vznikly jako ostatní výše uvedené v posledním desetiletí minulého století a jejich pojetím je můžeme zařadit do skupiny netradičních učebnic. Vzhledem k rozsahu učebnic je probírané učivo téměř oprostěno od řešení kvantitativních úloh a soustředí se především na porozumění fyzikálních zákonitostí a jevů, tj. na kvalitativní pojetí výuky. Grafické provedení těchto učebnic je srovnatelné s učebnicemi M. Macháčka, tj. obsahuje pouze perokresby. Tyto učebnice neobsahují na konci každého článku obvyklé otázky a úkoly k procvičení probraného učiva.

Současnou dobu můžeme charakterizovat jako období „komputerizace“ každodenního života. Zamysleme se, jak se tento fakt odráží na výuce fyziky na ZŠ a jak se s ním vyrovnávají jednotlivé sady učebnic. Nejdříve je však nutné připomenout dva základní pojmy, a sice:

**Počítačem řízená výuka** je takový způsob výuky, při kterém hlavní a řídicí roli určuje počítačový program. Žák nebo student je veden přesnými pokyny, které dostává formou informací na monitoru počítače. Podle kvality programu je mu umožněno na základě úrovně jeho postupu určitými partiemi postupovat rychleji, nebo je naopak při potížích probírat pomaleji s pomocným výkladem nebo ukázkami. Počítačem řízenou výuku můžeme rozdělit do dvou základních kategorií výklad nového učiva, resp. opakování učiva a ověřování žákových znalostí. Doba, kdy počítačem řízená výuka byla považována za všelék, již minula, protože kontakt mezi učitelem a žákem je nenahraditelný a je základem výchovně vzdělávacího procesu jako celku.

**Počítačem podporovaná výuka** – počítač se tak stává podobně jako v běžném životě důležitým technologickým článkem, nikoli však dominujícím faktorem jako tomu je u počítačem řízené výuky. Počítač používáme tam, kde klasické prostředky narážejí na nepřekonatelné překážky (nebezpečnost experimentů, finanční náročnost, nemožnost přímého pozorování z důvodů rozměrových, časových, neexistence pomůcek na škole apod.) nebo jako doplňující prostředek pro získávání informací, resp. upřesnění či aplikaci daného jevu.

*Jak se výše uvedené sady učebnic vyrovnávají s nástupem počítačů do naší každodenní praxe?* Většina učebnic používá obrázky a grafy vytvořené počítačovými programy – například učivo o akustice v učebnici Z. Lustigové je prezentováno mnoha grafy „sejmutými“ z modelovacího a měřicího programu „ISES“ – nikde však o něm není žádná zmínka ani připomenuty jeho možnosti a přednosti. V učebnici od M. Rojka a kol. je v části optika zabývaným učivem o barvě prostředí zmínka o vytváření barevného bodu na monitoru počítače a také mnoho grafů v těchto učebnicích nese jasné známky, že byly vytvořeny v programu MS EXCEL. Podobně jako v předchozím případě se však ani tato sada učebnic nezmiňuje o žádném školním programu vhodném pro výuku fyziky. Z tohoto faktu vyplývá, že v těchto učebnicích nejsou žáci ani učitelé cílevědomě vedeni k používání výpočetní techniky při výuce fyziky a její využití při vyučování nebo při domácí přípravě je ponecháno na jejich zájmu a vlastní iniciativě. Obdobně je tomu u učebnic autorů Kolářová a Bohuněk. Také učebnice M. Macháčka vzhledem k době vzniku se nezmiňují ani neakcentují užití počítačů při výuce fyziky na ZŠ.

Užití výpočetní techniky při výuce fyziky je jedním z výchovných momentů v učebnicích autorů Jáchim–Tesař. Kromě obrázků a grafů, z kterých je zřejmé, že jsou vytvořeny počítačovými programy, je ve všech částech, kde je to možné a účelné, zařazena zmínka o užití výpočetní techniky a děti i žáci jsou vyzýváni k jejímu užívání. Autoři odkazují uživatele učebnic velmi často na program FAMULUS, respektive na běžné tabulkové programy (MS EXCEL) nebo kreslicí nástroje (např. COREL DRAW). Ukažme si tuto skutečnost na několika konkrétních příkladech.

### **Učebnice fyziky pro 7. ročník ZŠ:**

- Učivo o pohybu – zmínka o možnosti tvorby grafů pomocí MS Excel., resp. modelování pohybů pomocí programu FAMULUS.
- Tématický celek optika – skládání barev – navození problému – pomocí kreslicích programů. Čočky – zobrazeny modelové příklady z FAMULA; zadán úkol modelujte a diskutujte vzájemnou polohu předmětu a čočky a její vliv na vlastnosti obrazu.
- Stavba látek – uvedena možnost modelovat nespořádaný pohyb částic pomocí programu FAMULUS.

### **Učebnice fyziky pro 8. ročník ZŠ:**

- Při výkladu zákona zachování energie upozornění na ztráty vzniklé vlivem odporu prostředí – modelové znázornění odskoku míčku v programu FAMULUS.

### **Učebnice fyziky pro 9. ročník ZŠ:**

- Kmitavý pohyb a vlnění – odkaz na možnost modelování v programu FAMULUS, zmínka o možnosti využití MS Excel.
- Akustika – program FAMULUS – počítač možno využít jako zdroj zvuku o požadované frekvenci.
- Na předsádce uvedeny zajímavé internetové adresy vztahující se k výuce fyziky.

### **Učebnice Seminář a praktikum pro 2. stupeň ZŠ:**

- Pod ikonou „vyhledejte údaje nebo poznatky mimo učebnici“ jsou žáci často odkázáni na INTERNET, např. parametry automobilů, skeneru, tiskáren či monitorů, elektráren, ekologie apod.

### **Sbírka úloh z fyziky pro 2. stupeň ZŠ: (v tisku)**

Jednotlivé kapitoly obsahují ikonu, označenou jako: „Použij PC, zpracuj pomocí PC“, úlohy pod tímto označením jsou svým námětem a obsahem přímo určeny pro práci s počítačem.

- Pohyb – tvorba tabulek a grafů, přepočet jednotek rychlostí, ...
- Optika – míchání barev, vzájemná poloha předmětu a čočky a její vliv na vlastnosti obrazu.
- Energie – funkční závislost  $E_p = f(h)$ ,  $E_k = f(v)$ .
- Elektřina – funkční závislost  $R = f(S, l)$  drátu, závislost odporu na druhu zapojení, ...
- Teplo – převody °C–K, kcal–J, grafy (měrná tepelná kapacita, teplota tání, teplota varu různých látek, závislost teploty na čase při zahřívání tělesa, ...)
- Akustika – vzájemné hodnoty  $\lambda$  a  $f$  pro elektromagnetické vlnění, závislost rychlosti šíření zvuku ve vzduchu na teplotě, modelování kmitavého pohybu a vlnění.
- Astronomie – třídění a grafické znázornění planet podle velikosti, hmotnosti, vzdálenosti od Slunce, ...

Z výše uvedeného rozboru učebnic vyplývá, že počítačem podporovaná výuka fyziky na ZŠ se jen pomalu dere do podvědomí učitelů. Nejlepší příležitost k rozšíření této vyučovací metody dávají semináře z didaktiky fyziky v přípravě budoucích učitelů fyziky, resp. speciální kurzy „Dalšího vzdělávání učitelů fyziky“ zaměřené na tuto oblast didaktiky fyziky.

Základním problémem užití počítačů ve výuce fyziky je nedostatek vhodného software. Tento stav se zlepšil až v poslední době. Na trhu se objevil velmi zdařilý software od firmy LANGMaster, která je známá především produkcí výukového software pro humanitní obory (především výuka cizích jazyků).

Výukové programy „Škola hrou“ – Fyzika a „Dobrodružství poznání“ zahrnují téměř celou oblast fyziky, která je probírána jak na základních školách, tak i na středních školách. Svým multimediálním pojetím (ozvučení, animace, videosekvence, aplikace na praxi, historické poznámky, ...) jsou uvedené programy pro žáky velmi atraktivní a motivující. Každý tematický celek těchto programů je zakončen testy, které poskytují zpětnou vazbu učiteli i žákům, a tím umožňují další výklad přizpůsobit momentální úrovni poznání a pochopení daného učiva žáky.

Filozofie těchto programů je umožňuje využít jak pro počítačem řízenou výuku (především pro žáky, kteří se z nerůznějších důvodů nemohli zúčastnit řádné výuky vedené učitelem, nebo pro žáky s hlubším zájmem o fyziku, kteří si chtějí své vědomosti rozšířit nad rámec standardního učiva probíraného v běžné hodině), tak i pro počítačem podporovanou výuku (jako doplňkový prostředek, který prezentuje učivo mnohdy novým neotřelým způsobem, čímž získává silný motivační účinek).

Dalším programem vhodným pro výuku fyziky je multimediální výukový program „Zebra pro školy – Fyzika“ z produkce Zebra systems, který však zdaleka nedosahuje atraktivity dvou výše uvedených programů od firmy LANGMaster. Jeho obsluha je sice jednodušší – prezentace jednotlivých témat se realizuje otvíráním oken pomyslné školní budovy. Technické provedení, animace, ozvučení a počítačové efekty však nedosahují úrovně výše uvedených programů.

V současné době, kdy je výuka fyziky na školách spolu s výukou německého jazyka považována žáky za nejméně přitažlivou, nabízí užití multimediálních výukových programů při výuce fyziky jednu z možností, jak pozvednout její atraktivitu a zvýšit zájem o fyziku mezi naší mládeží. K takovéto formě výuky je třeba také připravit učitele, kromě výše uvedených možností by většímu užití VT při výuce fyziky jistě také prospělo vydání vhodného metodického textu, který konkretizuje užití jednotlivých částí zmiňovaných programů pro určitou sadu učebnic.

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat současný stav užití VT při výuce fyziky, jak vyplývá z rozboru jednotlivých sad učebnic fyziky pro ZŠ. Dále chce tento příspěvek nastínit jednu z možností, jak zatraktivnit výuku fyziky, aby se zařadila mezi předměty, které jsou žáky kladně přijímány a které žáci považují za velmi důležité pro praxi.



## **Jak vzdělávat učitele fyziky, aby pro svůj předmět byli schopni získávat své žáky**

*Ivo Volf, Univerzita Hradec Králové*

Současná situace ve výuce fyziky na základních a středních školách není růžová. V 90. letech (již) minulého století došlo ve vzdělávací oblasti k řadě podstatných změn, v nichž se značně rozvolnily vztahy v našem školství. Právní předpisy umožnily daleko větší volnost při vymezení učebních plánů i v obsahové náplni výuky (nejen) fyziky, než tomu bylo v letech předcházejících. Na druhé straně se oproti minulým létům nebývale rozvinula tvořivost učitelů, hledajících nové prostředky a metody výuky. Základním nedostatkem je podstatné snížení počtu povinných vyučovacích hodin fyziky na základních i středních školách. Na základních školách představuje povinná výuka fyziky 6 týdenních hodin, tj. 200 vyučovacích hodin celkem (rozšíření základní školy o 9. ročník se tedy nijak v rozsahu povinné výuky fyziky neprojevilo). Také na středních odborných školách nedošlo k podstatné změně doby, věnované výuce – 4 týdenní hodiny pro výuku fyziky znamená, že je jí věnováno celkem asi 130 hodin. Na gymnáziu došlo naopak k velmi výraznému poklesu – zatímco dříve se týdenní počet hodin pohyboval od 12–13 h v přírodovědné třídě po 8 h ve třídě humanitní, představuje dnes povinná výuka fyziky celkem 6 týdenních hodin, tj. celkem 200 vyučovacích hodin za celé studium. Tato situace vede učitele k „probírání učiva“, ke snížení počtu laboratorních prací z fyziky na minimum, k omezení počtu experimentů i vhodných aplikací, jež by ukázaly praktický smysl výuky fyziky a její význam pro rozvoj přírodních věd. Nezbyvá čas na dějiny fyzikálního poznání, na prožívání cesty poznávání nových vědomostí každým žákem přímo ve výuce. Prostě všechno, co dříve z fyziky dělalo zajímavou přírodní vědu s praktickým prožitkem, se dnes do výuky fyziky prakticky nevejde. Tím však podstatně ubylo mnoho potenciálních zájemců o fyzikální poznání, kteří byli ochotni po počátečním probuzení zájmu učitelem fyziky se hlouběji do problematiky ponořit a investovat do této činnosti svou námahu a svůj další volný čas. Školní situace je jiná než před 30 až 40 lety, protože také okolí školy se změnilo. Podívejme se, zda a jak reaguje příprava budoucích učitelů na změněnou situaci.

Když jsem asi před půlrokem plánoval své vystoupení na této konferenci, rozhodl jsem se, že do něj zařadím nejen určitá fakta, ale především své pocity a své názory, jak postupně vznikaly v mém myšlení. Letos uplynulo již 35 let od mého přechodu ze střední na vysokou školu, tehdy Pedagogickou fakultu v Hradci Králové a také po tuto dobu se vážněji zabývám didaktickými problémy fyziky. Měl jsem také v životě štěstí, že jsem mohl na střední škole vyučovat ve třídách s matematicko-přírodovědným i humanitním zaměřením, a dodnes na střední škole vyučuji, abych nacházel čerstvou inspiraci pro řešení problémů z didaktiky fyziky. Po celou dobu své pedagogické praxe jsem pracoval se žáky základních a středních škol, kteří projevovali hlubší zájem o fyzikální a matematickou problematiku v rámci předmětových soutěží. Setkával jsem se i se žáky s velmi malým zájmem, kteří naopak neměli kladný postoj k fyzice jakožto vyučovacím předmětu. Měl jsem možnost pracovat i s těmi nejlepšími středoškoláky, kteří se každým rokem účastní vrcholových soutěží. Všude se ukazuje, že základní krok ke zlepšování situace je nutno učinit ve vzdělávání budoucích učitelů fyziky.

### **1. Změna cílů výuky fyziky**

Když jsem nastoupil do školských služeb na střední školu (byla to škola typu dnešního vyššího gymnázia), tradovalo se, že hlavním cílem výuky fyziky je připravit žáka k pochopení základů fyzikální vědy. Tehdejší student měl být veden k tomu, aby mohl pochopit základy fyzikálního poznání tak, že bude smysluplně pokračovat při vysokoškolském studiu na pří-

---

\* Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.

rodovědných a technických oborech. Současně s tím se však objevily studie, které zdůrazňovaly, že vývoj fyzikální vědy kráčí kupředu, ale výuka za ním pokulhává o několik roků až o několik desítek let. V šedesátých letech minulého století byl obsah školské fyziky na střední škole převážně obsahem poznatků sto i více let starých. V jednom výzkumu jsme se zabývali proto metodami fyziky a výuky fyziky, kde byla situace podstatně lepší. Většinu metod fyzikální vědy bylo možno transformovat do výuky fyziky. Je přitom známo, že poznatková základna – z dnešního hlediska tedy jakási databáze – se neustále doplňuje, a tedy postupně mění, ale metody získávání a využívání fyzikálních poznatků jsou výrazně stálejší.

V osmdesátých letech se začalo hovořit o tom, že fyzika napomáhá vytváření (fyzikálního) obrazu světa – svět popisujeme fyzikálními veličinami, hledáme mezi nimi souvislosti, jež vedou k formulování fyzikálních zákonů, které se pak snažíme spojovat do teorií na jedné straně a využívat v praxi na straně druhé. Školská fyzika pak stojí na začátku této cesty. Protože fyzikální zákony mají širokou platnost, je možné je užívat v obsáhlé oblasti technických a přírodovědných oborů. Ve svých technických aplikacích zahrnují i řadu oborů společenskovedních. Tyto myšlenky pak byly detailně formulovány prof. Brockmeyerovou a prof. Kotáskem v základní práci, jež stála u kolébky československé moderní didaktiky fyziky jako vědecké disciplíny: důsledně rozlišovali vědecký systém fyziky a didaktický systém fyziky.

Později, zejména při analýze řešení fyzikálních úloh, jež vycházejí z řešení převážně nefyzikálních problémových situací, jsem si začal uvědomovat dokončení těchto úvah. Fyzika vytváří určitý model skutečnosti, a to jak na úrovni fyzikální vědy, tak také na úrovni školské fyziky. Tyto dvě úrovně se podstatně liší obsahem poznání, matematickými metodami, jež jsou používány při zpracování informací. Onen fyzikální obraz světa, jež přináší fyzikální věda a který má dnes několik úrovní, včetně tzv. moderní fyziky, musí mít svůj odraz i ve výchově mladých lidí. K pochopení fungování mnoha strojů a přístrojů, s nimiž se setkává člověk v civilizované společnosti, potřebuje solidní fyzikální vědomosti, jež jsou doprovázeny dovednostmi v oblasti získávání a využívání těchto vědomostí. Toto poněkud jiné pojetí výuky fyziky (na rozdíl od pojetí před 30 lety), může být různě interpretováno.

Jedna z interpretací preferuje metody fyzikálního poznání, klade je nad faktografii, jež se přitom zpracovává. Učitel pak musí zvládnout metodiku řízení skupinového vyučování, poznatková soustava se sice vytváří nesystematicky a těžkopádně, ale žáci zvládnou metody získávání nových poznatků, tzv. badatelskou činnost, a jejich aplikaci při řešení problémů.

Druhá interpretace klade větší důraz na systémovost fyzikálního poznání, postupné vytváření struktur, jež pak umožňují řešení mnoha konkrétních situací. Žáci jsou vedeni k řešení úloh z různorodého prostředí, přičemž fyzikální poznatky mají zcela zásadní postavení. Čas věnovaný na výuku se pak vyčerpává na tyto činnosti a někdy nezbývá na vytváření dovedností.

Přitom každý učitel v praxi bezesporu ví, že při výuce fyziky musí dojít k vzájemné rovnováze metod i faktografie, že každé přecenění jedné složky a podcenění druhé složky vede řadě obtíží.

## **2. Postavení fyziky ve výchově žáka základní a střední školy**

S fyzikálními poznatky i s popisem okolního světa, který přiřazujeme do oblasti fyzikálního poznání, se dítě setkává implicitně během celé své předškolní i školní výchovy. Jde však zpočátku o nesystematickou činnost, která není řízena ani školou ani rodičovským působením. Dítě tak projde obdobím „kladění otázek“ (3 až 5 let), na něž nedostává zpravidla hodnověrné odpovědi. Rodiče většinou nemají ani čas ani příslušné přírodovědné vzdělání, do školní přípravy v mateřské škole není tato problematika zatím zařazena. Tak většinou promarníme první příležitost, jak děti pro fyzikální problematiku získat.

Letos uplynulo právě 25 let od oficiálního zařazení fyzikálních poznatků do učiva přírodovědy na 1. stupni základní školy. Po řadě pedagogických experimentů (uspořádaných pod péčí JČMF) se objevila fyzikální složka přírodovědy ve 3. a 4. ročníku základní školy, a to ve

značném rozsahu. Byly vytvořeny učebnice, metodické příručky a další pomůcky, příprava byla zařazena do studijních programů v prezenčním studiu i v rámci dalšího vzdělávání učitelů. Investice, vložené do této problematiky, se měly odrazit ve zlepšení vztahu žáků základní školy k fyzikálnímu poznání.

Samostatný předmět fyzika se ve druhé polovině 20. století objevoval ve všech školských reformách v rozsahu 6 až 8 týdenních vyučovacích hodin. Hodně sil a finančních prostředků bylo vloženo do přípravy učebnic a pomůcek v osmdesátých letech a je možno říci, že výuka byla dobře zajištěna. Devadesátá léta přidala další soubory učebnic pro učitele i pro žáky, jež mohly vést ke zlepšování přístupu žáků k výuce. I když novináři tvrdili, že o školní vyučovací předmět projevují žáci malý zájem, provedené ankety však ke stejnému závěru nedospěly – obtížnost a zajímavost fyziky a fyzikální problematiky byla na úrovni středu.

V odborném školství probíhá již po řadu let boj o postavení fyzikální problematiky. I když se obecně tvrdí, že matematika a fyzika jsou teoretickým východiskem většiny technických disciplín, bojuje fyzika jako všeobecně vzdělávací disciplína o přežití a o každou hodinu. Na druhé straně nacházíme fyzikální problematiku v řadě odborných technických předmětů (technická mechanika, pružnost a pevnost, elektrotechnika). Ve výuce fyziky se vychází z obecnějších principů, jež tvoří teoretický systém poznání, a aplikují se na jednotlivé technické jevy. V technických teoretických předmětech je fyzikální problematika faktografickým východiskem, které se na bázi celkového poznání nevysvětluje, ale zato žáci jsou vedeni k řešení mnoha konkrétních problémů, s nimiž se řešitel setkává. Příklady je možno uvést mnoho (např. moment setrvačnosti, zákony zachování aj.). Uvědomil jsem si to opět při opopování Rámcových vzdělávacích programů pro odborné školství, které probíhá v těchto dnech.

Cílovou metou gymnaziálního vzdělávání je příprava žáků na různé typy vysokých škol. Protože fyzika připravuje (s užitím matematiky) budoucí vysokoškoláky na pochopení fyzikálních modelů reality, je dobrá středoškolská příprava nutným předpokladem na vysokých školách přírodovědného a technického zaměření. Proto by měla být zachována posílená výuka matematických a přírodovědných předmětů (tak, jak byla v minulosti ve třídách přírodovědného zaměření). Fyzika má však i všeobecně vzdělávací charakter; i humanitně-orientovanému středoškolákovi poskytuje jinou dimenzi poznávání než prohloubená výuka společenskovedních disciplín; poukazuje především na kauzální souvislosti a na možnosti kvantifikace jevů v různých oblastech poznání. Proto by měly být stanoveny určité minimální limity pro výuku (odhaduji 8 h týdenních) a minimální obsah učiva. Je nutné volit i dva stupně náročnosti výuky fyziky – výuku pro zájemce o fyziku, kteří budou fyzikální poznatky dále využívat a většinou mají k fyzice nebo k jejím aplikacím pozitivní vztah, dále výuku pro ty, kteří svůj zájem zatím neprojeví (tak, jak se to provádí v cizině).

Fyzika jako vyučovací předmět je značně obtížná a ne vždy je vyučována kvalifikovaně (tím nemyslím jen papírovou kvalifikaci danou diplomem o získaném vzdělání, ale pozici učitele, který dokáže získat i „nezájemce“ ke studiu fyzikální problematiky nebo alespoň fyziku žákům neotrávit). Je značně závislá na matematické připravenosti žáka chápat zvolené modely. Školní výuka má k dispozici nejen slovo či pokus učitele; dnes existuje široká škála velmi atraktivních pomůcek, včetně televize nebo Internetu. Učitel však nemůže bojovat s nimi nebo proti nim, tam šanci nemá, ale může jich využít pro získávání pozornosti nebo zájmu žáků o fyziku.

### **3. Dnešní příprava učitelů fyziky**

Je třeba si otevřeně říci, že zájem o studium učitelství fyziky je nevalný, studovat tento obor nechodí ti nejlepší středoškoláci. Z nich potom mnoho studium nedokončí, přejdou na lukrativnější obory, nebo studium sice dokončí, ale do pozice učitele nenastoupí – absolvent studia učitelství musí překonat tolik bariér a zvládnout mnoho disciplín, že je všestranněji vy-

užitečný. To jsou však nejen objektivní příčiny. Je třeba si však také říci, kde jsou problémy, jež by přípravu studentů mohly zlepšit.

Vzdělávání budoucích učitelů probíhá v několika dimenzích. Učitel fyziky je především učitelem na určitém stupni školské vzdělávací soustavy. Tím musí získat obecnou pedagogicko-psychologickou přípravu. Ta se však někdy neprovádí s dostatečně výraznými aplikacemi do výuky aprobačních předmětů (v našem případě do výuky fyziky), neboť se tato problematika ponechává obecné i speciální didaktice fyziky. Pedagogické a psychologické poznatky se tak pro studenta vzdalují od jejího konkrétního použití, často se v seminárních skupinách pak řeší určité společné problémy pro studenty řady předmětových aprobací.

Dále musíme vybavit absolventa studia učitelství fyziky vědomostmi a dovednostmi s tzv. základů fyziky, které jsou „chlebem“ pro jeho budoucí odbornou činnost. V těchto poznatcích si student opakuje, utřídí a prohlubuje své středoškolské fyzikální vzdělání, nachází nové souvislosti, vytváří nové matematické modely užitím metod tzv. vyšší matematiky. S tím souvisí řešení řady problémů fyzikálních, na které se svou středoškolskou výbavou nestačil. Součástí je i základní, několika semestrové fyzikální praktikum – fyzika je experimentální disciplínou, která k vyhodnocení faktografie získané pokusem či pozorováním, a tedy pro své poznání potřebuje výrazně matematiku. Často však zapomínáme, že právě styl výuky v těchto vysokoškolských disciplínách podstatně ovlivňuje následnou praktickou činnost učitele fyziky. Proto by přednášejícím a vedoucím seminářů mělo jít nejen o obsahovou stránku výuky, ale i o metodologické přístupy, kterých je využito. Vedle již klasických učebnic fyziky pro učitele (Hlavička: Fyzika pro pedagogické fakulty, Fuka-Havelka: Elektřina a magnetismus) je k dispozici překlad vynikající americké učebnice Fyzika. Tyto materiály totiž nesměřují jen k pochopení obsahové stránky fyzikálních jevů a dějů, ale sledují i jejich odraz ve školní aplikaci fyzikálního poznání. Chybí nám obdobně konstruovaná sbírka úloh z fyziky, poskytující řešení středoškolských problémů nejen středoškolskými metodami.

Třetí dimenzi představují poznatky z teoretické fyziky. Upřímně řešeno – vysokoškolští studenti si ze své vlastní praxe uvědomují, že z jednotlivých oblastí fyzikálních disciplín do této skupiny zařazovaných využije učitel jen velmi malou část. Mají však všeobecně vzdělávací, a tedy jakoby osvětový smysl pro hlubší pochopení fyzikální problematiky. Právě v oblasti teoretické fyziky mají však budoucí učitele největší problémy. Zatímco tzv. základy fyziky jsou pro ně dostatečně konkrétní a uvědomují si jejich užitečnost, pochopení teoretických poznatků vyžaduje proniknout do hloubky poznání, a to se každému studentovi nepodaří. A tak se student „naučí“ na zkoušku, ale nezbyvá mu dostatek sil, aby všechny řešené problémy byl schopen řádně promyslet, našel příslušné vztahy a objevil krásu a užitečnost každé studované disciplíny.

Konečně čtvrtou dimenzí je didaktické zpracování fyzikální problematiky do polohy, jak jí potřebuje učitel pro svou pedagogickou činnost. Sem patří jednak obecně didaktické problémy, jež souvisejí s propojením problémů pedagogických a psychologických s konkrétní náplní školské fyziky, dále problémy metodiky výkladu jednotlivých kapitol školské fyziky a jejich aplikace, tedy speciální didaktiky fyziky, praktikum školních pokusů, metodika řešení fyzikálních úloh, pedagogické praxe a všechny dalších praktické činnosti, jež zařazujeme do studia učitelství fyziky.

Žádnou z těchto dimenzí nelze ošidit a všechny vyžadují, aby jejich zařazení probíhalo s cílovým uvědoměním, že v rámci studia vychováváme budoucího učitele fyziky.

#### **4. Cesty ke zlepšování přípravy učitelů v rámci platných studijních programů**

Z uvedených úvah vyplývá, že studium učitelů fyziky musí probíhat v souladu všech dimenzí, i když pochopitelně – s různým akcentem na jednotlivé složky jejich přípravy. Pokušíme se alespoň heslovitě uvést některé výsledky, s nimiž jsem se při postupném zlepšování studia učitelství setkával.

- a) První kroky, jež je nutno pro zlepšování vztahu žáků k fyzice udělat, je zlepšit jejich postoj již na prvním stupni základní školy. Proto jsme věnovali na katedře fyziky pozornost přípravě učitelů na výuku Fyzikální složky přírodovědy. V současnosti jsme připravili výuku v rozsahu tří semestrů, nejprve výklad jevů, jež jsou zařazovány do učebnic, a jejich didaktické aspekty, na to navazuje zájmová činnost v oblasti přírodovědy. Koncipujeme zcela nové předměty pod názvy: Učíme děti pozorovat a myslet, Učíme děti myslet a předvídat. V nich se studenti zaměřují na tvůrčí metodickou činnost při experimentování ve třídě.
- b) Druhým krokem je poskytnout vysokoškolským studentům učitelství fyziky příležitost zopakovat si na několika úrovních obsah i metody Základů fyziky. To jsme učinili dvěma způsoby – studenti musejí během 6. semestru studia složit Soubornou zkoušku z fyziky – tato zkouška má část písemnou a ústní; v klauzurní práci se zaměřují studenti na výklad základních a jednoduchých fyzikálních jevů, v ústní části mají za povinnost provést integraci vědomostí a dovedností z různých oblastí fyziky, ukázat místo experimentu i matematického zpracování při vytváření fyzikálního modelu. V jiných souvislostech si tyto vazby musejí uvědomovat při přípravě na státní zkoušku z fyziky, kde poznatky spojují s výsledky studia různých oblastí poznání z teoretické fyziky.
- c) Třetí krok spočívá ve vhodné volbě fyzikálních problémů, které předkládáme studentům k řešení během seminární výuky nebo seminárních úkolů. Volíme proto problémy jednak snadnější, takže student učitelství fyziky získává současně náměty pro svou vlastní pedagogickou činnost se svými žáky v budoucnu, ale také úlohy značně obtížnější, aby vynikla stupňovitost fyzikálního poznání. Student musí při výuce získat přesvědčení o nutnosti vytvářet modely různého stupně obecnosti, a to ve všech oblastech základů fyziky. Členové naší katedry vytvářejí ke každému předmětu Základů fyziky vlastní výběr základních úloh, které jsou pak studentům předkládány v rámci jejich seminární činnosti. Tyto materiály jsou studentům dány k dispozici jednak v písemné formě, jednak jsou umístěny na webovské stránce naší katedry. Sbírkou obsahují určité dózy úloh pro jednotlivé semináře; kromě toho obsahují i úlohy přípravné a úlohy na domácí následné zpracování (zatím máme sbírky mechanika, termika, optika, elektřina a magnetismus).
- d) Do učebního plánu se již před několika lety podařilo zařadit dvousemestrální vyučovací předmět Metodika řešení fyzikálních úloh. Pro jeho uskutečňování byly zpracovány následující materiály:
- Volf, I.: Metodika řešení úloh ve výuce fyziky na základní škole
  - Volf, I.: Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice
  - Volf, I.: Metodika řešení úloh ve školské fyzice (pracovní sešit SŠ)
  - Volf, I.: Metodika řešení úloh ve školské fyzice (pracovní sešit ZŠ)
  - Volf, I.: Fyzika je všude kolem nás
  - Hubeňák, J.: Řešené úlohy z elektřiny a magnetismu (pracovní sešit)
  - Hubeňák, J. a kolektiv studentů: Komplexní úlohy
  - Hubeňák, J.: Počítač ve výuce fyzika na základní a střední škole
- Seminář je věnován problematice nácviku řešení obtížnějších úloh z obsahu výuky na základní a na střední škole a studenti jsou vedeni k tomu, aby pro získání zápočtu vyřešili všechny zadané úlohy (ve škole na semináři nebo doma). Obratnost při řešení úloh zvyšuje sebevědomí studentů – budoucích učitelů fyziky, a tím i jistotu při následné výuce fyziky.
- e) Velmi důležité je experimentování studentů. Laboratorní experimenty nebo školní pokusy doprovázejí studenty učitelství fyziky po celých osm semestrů výuky, a to postupně od laboratorního praktika, v němž studenti konají jednodušší předepsané experimenty podle návodů, až ke školním pokusům, které musejí studenti sami naplánovat, provést v modelové situaci před svými kolegy a vyložit jejich smysl. Studenti se tak učí jednotě

teoretických poznatků a experimentování a měli by si do své praxe odnést požadavky na správné postupy výuky fyziky.

- f) Velmi důležitým prostředkem v přípravě budoucích učitelů fyziky je obecná a speciální didaktika fyziky, která uskutečňuje spojení mezi psychologickými a obecně pedagogickými pohledy na výuku a fyzikálním obsahem. Kromě běžné a obvyklé náplně jsou studenti seznamováni se školskými výukovými systémy v různých evropských zemích; obecné poučení je dokumentováno ukázkami učebnic a různých učebních pomůcek, např. pomůckami pro organizaci samostatné práce žáků základních a středních škol, pracovními listy, testy apod. Didaktika fyziky provází studenty po dobu čtyř semestrů (6. až 9. semestr).
- g) Velmi důležitý je pro studium fyziky historický pohled na vývoj fyzikálního poznání. V závěru studia, když studenti zvládli základy fyziky, je studentům nabídnut předmět Dějiny a filosofie fyziky, a to v celkovém rozsahu 42 hodin. Výklad sleduje jednak rozvoj poznání, vzájemné ovlivňování fyziky a filosofie, a to na vybraných ukázkách. Fyzika není chápána jako soubor pouček a vzorců, ale jako součást všelidské kultury, součást kulturního dědictví předchozích generací. Tím se fyzikální poznání více přibližuje lidem-nefyzikům, Učitelé jsou postupně vybavováni zajímavým faktografickým materiálem, který jim umožňuje poutavější výklad poznatků i reálnou motivaci.
- h) Fyzika poskytuje vhodné prostředky pro modelování skutečnosti. To se projevuje ve všech částech vysokoškolské výuky. Studenti jsou vedeni k tomu, aby si uvědomovali výchozí podmínky při řešení každého problému. To jim potom umožňuje ukázat z pozice učitele, že řešení problému se provádí vždy na několika úrovních, vycházejících z jednoduchých předpokladů, umožňujících využití jednoduchých vztahů mezi veličinami. Když při řešení pronikáme do větší hloubky celé problematiky, musíme stále více používat složitějších matematických prostředků, jež nám však poskytují přesnější řešení. To však musí budoucí učitel nejprve sám pochopit i jako student – proto postupnému narůstání náročnosti odpovídá i cyklická konstrukce studijního programu. Problémy jsou nejprve řešeny v základech fyziky s použitím středoškolské matematiky, potom přistupuje pohled matematické analýzy a řešení diferenciálních rovnic. Na to navazuje pohled z hlediska teoretických disciplín. Na třetí úrovni se potom problematika zpracovává pro potřeby budoucího učitele fyziky na základní nebo střední škole.
- i) Část výuky v didaktice fyziky je věnována výchovným problémům, zejména tzv. výchově fyzikou. Ukazujeme studentům, že fyzika a zejména její aplikace mají velmi široké praktické využití v různých oblastech přírodních i společenských disciplínách i v technice. Na rozdíl od obecného zdůvodňování při výchově např. v pedagogice můžeme v rámci fyzikálního poznání být velmi konkrétní a přinést faktografii nutnou pro toto pochopení. Tak jsme schopni zdůvodnit nutnost výchovy žáků k péči o životní prostředí, k úspornosti při využívání energetických zdrojů, získávání náhradních zdrojů aj. Správná aplikace zásad laboratorní činnosti vede k pečlivosti a přesnosti, která se vyžaduje v řadě zaměstnání. Fyzika tak pomáhá i při volbě povolání, a to zejména svou konkrétností.

### **5. Cesty ke zlepšování přípravy učitelů pomocí nově zavedených předmětů**

Inovace studijních programů umožňuje katedře fyziky a informatiky, která na naší fakultě zajišťuje přípravu učitelů fyziky pro základní a střední školy, aby zavedla některé nové předměty, převážně fakultativního charakteru, v nichž je možno výrazněji dosáhnout cílů, které jsou spojeny s vybavováním absolventů náměty a metodami ke zlepšování vztahu žáků k výuce fyziky. V podstatě jsme zvolili dvě základní cesty: jedna je spojena s další motivací studentů (a následně žáků) pomocí nových aplikací fyziky. K tomu jsme zařadili do studijního programu integrované předměty, které dále uvedeme. Kromě toho se nám podařilo již před několika lety zařadit nový předmět Péče o fyzikální talenty, který se opírá o mimoškolní činnost několika pracovníků katedry fyziky, kteří se touto problematikou zabývají.

Katedra fyziky a informatiky zajišťuje výuku teoretického předmětu ve studiu učitelství tělesné výchovy, tzv. Biomechaniku tělesných cvičení: Tento předmět v rozsahu dvou semestrů (1P + 1S, 1P + 1S, celkově 60 h) se v počátečním semestru zaměřuje na zopakování základních fyzikálních poznatků a jejich využívání při řešení problémů z tělesné výchovy a sportu. K realizaci předmětu jsme vytvořili nejen program, ale byla na webovské stránce zveřejněna sbírka úloh z biomechaniky. Na to pak navazuje výuka v dalším semestru, v němž jsou probírány jednotlivé sporty a sportovní činnosti, k nimž jsou postupně vytvářeny jednoduché fyzikální modely, jež pomáhají vysvětlit tyto sportovní činnosti z fyzikálního pohledu. Předmět je zařazen jako povinný do studijního programu tělesné výchovy, ale mohou si ho zvolit jako fakultativní i studenti učitelství fyziky. Připravujeme studijní materiál, který bude integrovat biomechanický a kineziologický pohled na tělovýchovné činnosti.

Do studia učitelství fyziky byl zařazen předmět Fyzika a technika, který poskytuje studentům (zejména netechnického zaměření) možnost, aby postupně pochopili vztah mezi fyzikou a technickými aplikacemi. Vysvětlují se v něm základní přístroje a zařízení, s nimiž se setkává člověk v běžném životě, a též mnoho technických činností. Pro lepší pochopení byl vydán studijní materiál Hubeňák, J.: Fyzika a technika, který bude v tomto roce inovován (asi formou zpracování dalšího dílu). Učitelé fyziky tak dostávají do rukou mnoho nových motivací k výuce fyziky, vycházejících z technicky zajímavých problémových situací.

Již po několik let se na katedře fyziky vyučuje předmět Hudební akustika, který je zařazen do 1. cyklu po absolvování základů fyziky – kmity a vlny. Na příkladu aplikací z oblasti hudební akustiky se ukazuje, jak vznikají tóny v jednotlivých hudebních nástrojích, jak se využívá rezonančních desek a dalších prostor pro vznik zvuků, typických pro jednotlivé hudební nástroje. Přednáška je doplněna mnoha konkrétními experimenty, vycházejícími z jednoduchých fyzikálních pohledů na problematiku akustiky. Tento předmět integrovaného charakteru nabízí katedra jednak studentům fyziky, jednak studentům hudební výchovy (kde však je zájem velmi malý). Pro podporu výuky jsme vytvořili publikaci Podobský, J.: Procházký hudební akustikou I, na dalších dvou dílech se pracuje.

Studentům učitelství fyziky (a také učitelství biologie) nabízí katedra dále předmět Biofyzika pro učitele, který poskytuje mnoho motivačních možností v obou směrech (tj. motivace pro fyziku a fyzikální modely pro biologii). Je známo, že to byla právě fyzika, která umožnila pochopení řady jevů, s nimiž se setkáváme v biologických objektech. Na konkrétních příkladech z okolí žáka (i studenta) můžeme ukázat praktické použití mnoha fyzikálních poznatků. Na podporu výuky biofyziky byl autorsky zpracován materiál Ouhrabka, M.: Biologické motivace výuky fyziky, který však nebyl zatím ještě dokončen, ale s jehož vydáním se počítá.

Mnoho námětů integrovaného charakteru, ukazujících užitečnost fyzikálního poznání, dává správný výklad předmětů Astrofyzika a kosmologie, Geofyzika a meteorologie. Také v nich hraje podstatnou roli fyzikální modelování nás obklopující skutečnosti, jež poukazuje na užitečnost poznatků, které žáci získávají ve fyzice. Při současné inovaci studijních programů musíme zejména ve studijním programu učitelství fyziky pro školy základní reagovat na vytvářející se Rámcové vzdělávací programy, které podstatně jiným způsobem přistupují k vytváření mezipředmětových vztahů; v předmětech Integrovaná výuka přírodovědy se chceme pokusit najít nové cesty k vytváření mezipředmětových vztahů mezi fyzikou a chemií, fyzikou a zeměpisem, aby byl učitel připraven na uskutečňování tzv. projektové výuky. I tady čeká katedry fyziky mnoho zajímavé práce, jejímž důsledkem by mělo být vyzbrojení budoucích učitelů fyziky o nové náměty k práci, které by jim umožňovala lépe získávat své žáky pro fyzikální problematiku.

Druhým krokem je organizování nového předmětu Péče o fyzikální talenty. Tento předmět je nabídnut v rozsahu dvousemestrální výuky (1P + 1S, 1P + 1S) studentům v 5. až 7. semestru. Jeho zařazení navazuje na práci členů katedry fyziky v oblasti fyzikální olympiády a několika dalších soutěží. Těmto problémům bylo věnováno i několik grantů, které členové katedry

získali a řešili v minulých letech. Výsledky zpracování grantů byly v letošním roce poskytnuty všem katedrám fyziky, na nichž probíhá příprava učitelů, a to nejen jako ideový záměr, ale i s kompletním „softvérem“ pro uskutečňování výuky.

Aby mohl absolvent studia učitelství fyziky získávat své žáky pro další, mimoškolní činnosti, musí být podrobně seznámen s rozsahem této činnosti. K tomu byl zpracován metodický materiál: Volf, I.: Co může udělat učitel základní nebo střední školy pro mladé talentované fyziky? Popisuje se v něm práce kolem fyzikální olympiády na bázi národní i mezinárodní soutěže, a to včetně všech forem práce. Tato soutěž představuje určitý systém práce s mládeží, talentovanou pro fyziku, který vznikl na základě 44leté činnosti, na níž se podílí několik členů katedry. Dále se zveřejňují základní informace o dalších dvou soutěžích s mezinárodním dosahem – Turnaj mladých fyziků a First Step to Nobel Prize in Physics. V obou soutěžích jsem osobně zainteresován jako posuzovatel prací studentů, kteří se v soutěžích účastní. Uvedeme stručný sylabus:

- Úvodní přednáška: Formy péče o zájemce o fyziku
- Populárně vědecká literatura z fyziky
- Fyzikální olympiáda – přehled
- Studijní texty a ročenky
- Škola mladých fyziků, Knihovnička fyzikální olympiády
- Úlohy pro talentované žáky
- Mezinárodní fyzikální olympiády
- Úlohy pro mezinárodní soutěže
- Turnaj mladých fyziků (národní a mezinárodní soutěž)
- Středoškolská odborná činnost, First Step
- Fyzikální úloha a modelování reality
- Tvořivost a experimentální úlohy pro talentované žáky
- Literatura pro rozvoj zájmové činnosti
- Fyzika a humor

Druhý semestr je věnován jednotlivým tematickým okruhům, během nichž by měl být vybaven student – budoucí učitel fyziky konkrétními náměty pro svou činnost se studenty a motivačním materiálem, na jehož základě by bylo možno získávat žáky pro studium fyziky a následně rozvíjet jejich zájem, případně již projevený talent. Práce je založena na řešení fyzikálních a technických problémových situací, jež vycházejí z praxe. Všechny přednášky a semináře jsou vybaveny konkrétními sylaby, které jsou postupně poskytovány studentům.

- Náplň soutěže Archimédiáda
- Fyzika a zeměpis (hrátky kolem globusu)
- Fyzika v blízkosti rovníku a pólu
- Fyzika a kosmonautika (řešení jednoduchých problémů)
- Fyzika na malé planetce (řešení modelových situací)
- Fyzika a jízda na kole
- Fyzika a lyžování
- Fyzika a atletika
- Fyzika a řešení problémů o černé skřínce
- Fyzika a biologické problémy)
- Fyzika a životní prostředí (konkrétní úlohy)
- Fyzika a automobil
- Fyzika a doprava (včetně grafikonu)
- Domácí experimentální činnost



Pro práci v tomto předmětu se posledních deseti letech vždycky našlo dost studentů, kteří byli takto vybaveni mnoha konkrétními náměty, které splňují nároky, jež si klademe v názvu tohoto vystoupení. Podstatné je, že v souvislosti s naší činností bylo studentům zpřístupněno více než 40 studijních textů, které byly vytvořeny pro soutěžící ve fyzikální olympiádě, a současně několik desítek dalších studijních materiálů, které byly vydány v souvislosti s řešením několika grantových úkolů. Připomínám, že jsme tyto materiály poskytly všem katedrám fyziky, a to včetně videozáznamu z jedné mezinárodní fyzikální olympiády, pomocí něhož měla být lépe navozena situace na takové soutěži.

Závěrem bychom chtěli říci, že nesmíme zapomínat na vztah fyziky a výtvarného umění, dále vztah fyziky a humoru – pro práci se žáky mohou učitelé využít mj. tzv. Kalendářů (viz Kalendář fyziků, Kalendář matematiků, Kalendář astronomů), obsahujících na jedné straně vážný „program“ – údaje o narození a úmrtí významných fyziků, ale současně i fyzikální humor, který je realizován pomocí kreslených anekdot. U příležitosti desetiletí činnosti vydavatelství MAFY, s nímž spolupracujeme při vydávání mnoha studijních materiálů, bychom chtěli ještě v tomto roce vydat publikaci Fyzika a humor.