Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

RNDr. Zdeňka Broklová

Netradiční metody a formy fyzikálního vzdělávání

Katedra didaktiky fyziky

VEDOUCÍ: Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Obor: Fyzika
F12 - Obecné otázky fyziky

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi ať přímo či nepřímo pomohli při vypracování dizertační práce. Na prvním místě bych ráda jmenovala svého vedoucího doc. RNDr. Leoše Dvořáka, CSc. a poděkovala mu nejenom za cenné kritické připomínky, které mi pomohly zkvalitnit tuto práci v mnoha směrech, ale také za odborné vedení a podporu, kterou mi věnoval během celého doktorského studia.

Výsledků uvedených v této práci bych nedosáhla nebýt mnoha učitelů, studentů a žáků ochotných věnovat svůj čas i energii a osobně vyzkoušet a ohodnotit připravené aktivity. Dále bych ráda zmínila účastníky zážitkových soustředění, kteří mi svým nasazením a otevřeností, umožnili najít svoji vlastní cestu k zážitkové pedagogice i získat dostatečnou praxi v její aplikaci. I jim všem bych na tomto místě ráda poděkovala.

V neposlední řadě patří moje poděkování také mé rodině a zejména partnerovi za nezměrnou trpělivost a podporu, kterou mi vyjádřili během všech mých studií.

Prohlašuji, že jsem dizertační práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 25. března 2008

Zdeňka Broklová

Obsah

Úvod **11**

1 Zážitková pedagogika **15**
1.1 Vymezení zážitkové pedagogiky 15
1.2 Historické a filozofické kořeny zážitkové pedagogiky 19
1.3 Teoretické základy zážitkové pedagogiky 24
1.3.1 Zážitkový (Kolbův) cyklus učení 25
1.3.2 Teorie mnohočetných inteligencí a celostní přístup . . . 30
1.3.3 Teorie optimálního prožívání a zónová koncepce učení . 31
1.3.4 Vztah učitele a žáka 33
1.3.5 Fáze přípravy a uvádění zážitkové aktivity 34
1.3.6 Dramaturgie 38
1.3.7 Charakteristiky zážitkového vzdělávání 40
1.4 Zábavné nerovná se zážitkové 42
1.5 Možnosti využití zážitkové pedagogiky ve výuce fyziky 42

2 Metodické semináře zážitkové pedagogiky pro učitele **47**
2.1 Vznik a zaměření seminářů 47
2.2 Přehled jednotlivých seminářů 49
2.3 Zhodnocení seminářů a ohlasy účastníků 55

3 Soustředění s fyzikální tématikou i zážitkovým programem pro středoškolské a vysokoškolské studenty **59**
3.1 Programové schéma obou soustředění 60
3.2 Specifika těchto soustředění 61
3.3 Cíle zážitkového programu 62
3.4 Hodnocení soustředění 64

4 Denní tisk ve fyzice **67**
4.1 Použití novin ve výuce přírodovědných předmětů ve světě . . . 68
4.2 Výhody a překážky použití novin ve výuce 72

4.3 Mediální výchova v RVP a ve fyzice 75
4.4 Praktické náměty na aktivity 76
4.4.1 Jaká fyzika je v novinách? 77
4.4.2 Noviny jako učebnice 78
4.4.3 Fyzika v novinové grafice 80
4.4.4 Jak noviny informují (nejen) o fyzice 81
4.4.5 Další náměty 84
4.5 Prezentace vytvořených aktivit a jejich praktické ověření . . . 86
4.5.1 Semináře pro učitele a studenty učitelství 86
4.5.2 Zkušenosti z praxe 88
4.5.3 Metodické materiály 91

5 Náměty pro výuku fyziky mikrosvěta 93
5.1 Metodické materiály pro výuku fyziky mikrosvěta 94
5.2 Specifika výuky fyziky mikrosvěta 100
5.3 Obecné poznámky ke tvorbě aktivit 102
5.4 Brožury s náměty z jaderné fyziky 104
5.4.1 Přehled vytvořených aktivit 107
5.4.2 Expertní posouzení obsahu obou brožur 116
5.4.3 Zkušenosti z praxe 120
5.4.4 Propagace a další rozvoj 123
5.5 Aktivity z kvantové fyziky 124
5.5.1 Vytvořené aktivity 124
5.5.2 Semináře pro učitele a praktické zkušenosti 130
5.5.3 Publikace a další plány 133
5.6 Projekt Orbitaly 134
5.6.1 Programy a použité typy zobrazení 135
5.6.2 Úlohy a pracovní sešit 140
5.6.3 Ověření materiálů 144
5.6.4 Výsledky 145
5.6.5 Publikace a další rozvoj 152

Závěr 155

Literatura 157

Přílohy 175

A Ukázka závěrečné zprávy z metodického semináře o zážitkové pedagogice 177

B Jarní soustředění pro budoucí učitele fyziky v roce 2006 203

Cíle soustředění 204
Příprava programu soustředění 205

C Příprava na vyučovací hodinu Fyzika v novinách 211

D Zadání aktivit z kvantové fyziky 215
Od spektra atomu vodíku k jeho struktuře 216
Posviťme si na kovy 222
Dvojštěrbina to není jen dvakrát tolik štěrbin 226

E Pracovní sešit pro projekt Orbitaly 231
Než začnete řešit 231
Sférické souřadnice 232
Vlnové funkce vlastních stavů atomu vodíku 233
Legendrovy polynomy 234
Kulové funkce 237
Radiální část vlnové funkce 238
Orbital 241
Výsledky některých úloh 242
Závěrečný dotazník 244

Název práce: Netradiční metody a formy fyzikálního vzdělávání
Autor: RNDr. Zdeňka Broklová
Pracoviště: Katedra didaktiky fyziky
Vedoucí práce: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
E-mail vedoucího: Leos.Dvorak@mff.cuni.cz

Abstrakt: Tato dizertační práce se zabývá možnostmi aplikace zážitkové pedagogiky ve fyzikálním vzdělávání. Obsahuje stručný přehled teoretických principů zážitkového vzdělávání (s důrazem na Kolbův cyklus učení) a zkušenosti a výsledky získané vedením tří víkendových metodických kurzů určených učitelům fyziky. Vlastním jádrem práce jsou tři různé způsoby aplikace zážitkové pedagogiky ve výuce fyziky, které byly v rámci práce vytvořeny a ověřovány. Za prvé byl zážitkový program využíván jako podpůrný prostředek na akcích s fyzikálně vzdělávacím programem. Dále byly zmapovány možnosti využití denního tisku, jako materiálu z reálného života, v běžných hodinách fyziky. Nejrozsáhlejší část je věnována vývoji a ověřování vhodných výukových aktivit z vybraných partií fyziky mikrosvěta. Jedná se o soubor šestnácti aktivit z jaderné fyziky vhodných pro ZŠ a SŠ, o tři komplexní náměty pro výuku kvantové fyziky na středoškolské úrovni a o rozsáhlý projekt týkající se orbitalů atomu vodíku. Vytvořené aktivity byly ověřeny v praxi, případně byla jejich použitelnost a vhodnost posouzena zkušenými učiteli. Podrobně jsou popsány podmínky ověřování vyvinutých materiálů a aktivit a výsledky tohoto ověřování. Součástí práce jsou přílohy s ukázkami vytvořených materiálů a dvě metodické brožury, které v rámci ní vznikly.

Klíčová slova: zážitková pedagogika, Kolbův cyklus učení, soustředění s fyzikální tématikou, využití denního tisku, fyzika mikrosvěta

Title: Nontraditional Methods and Forms of Physics Education
Author: Zdeňka Broklová
Department: Department of Physics Education
Supervisor: Leoš Dvořák
Supervisor's e-mail: Leos.Dvorak@mff.cuni.cz

Abstract: The topic of this thesis is application of experiential learning in physics education. It contains a brief overview of the theoretical framework of experiential education (with emphasis on Kolb's experiential learning cycle) and results of three weekend courses on this methodology for physics teachers which I led. The base of the thesis consists of three various applications of experiential learning in teaching physics which were developed and verified within this thesis. The first one is use of an experiential programme as a supporting tool during physics camps for secondary school and university students. Possibilities of use of newspapers (as an every-day material) in education, in common physics lessons, were mapped in the next part of the thesis. The largest part is about development and verification of learning activities concerning selected parts of atomic and subatomic physics. It is a collection of 16 activities in nucleus physics for grammar and secondary school, three complex ideas about basic quantum phenomena and a large project called Orbitals (about hydrogen atom orbitals) for university introductory quantum physics courses. Activities and materials were tested on students and/or evaluated by experienced teacher. Conditions and results of verification are described in details. This thesis contains five appendices with excerpts of developed materials and two brochures for teachers are attached.

Keywords: experiential learning, Kolb's learning cycle, physics camps, newspapers in education, atomic and subatomic physics

Úvod

Fyzikální vzdělávání je v současné době nejen u nás v nelehké situaci. Trend snižování zájmu studentů o fyziku, i přírodní vědy obecně, je patrný u nás i v dalších evropských zemích. Aktivity, které by měly směřovat k obrácení tohoto trendu, jsou součástí různých mezinárodních projektů. Jmenujme například evropský program *Physics on Stage* a na něj navazující program *Science on Stage*, které si jako svůj cíl vytkly zvyšování „přírodovědné gramotnosti" běžné populace a popularizaci přírodních věd [1] .

V souvislosti s tím roste důraz na hledání jiných než tradičních metod a forem vzdělávání. Na celosvětové úrovní tyto snahy demonstrují například tématická zaměření konferencí a seminářů mezinárodní skupiny pro výzkum ve fyzikálním vzdělávání GIREP z několika posledních let [2] (téma konference v roce 2004: „Teaching and Learning Physics in New Contexts" [3] nebo téma semináře z roku 2005: „Informal Learning and Public Understanding of Physics" [4]). Změna dosavadních vzdělávacích postupů a uplatnění nových forem aktivní výuky na základních a středních školách je doporučována i v Národním programu rozvoje vzdělávání v České republice (tzv. Bílá kniha [5], str. 18).

Bohužel nové formy ve výuce jsou často prezentovány jako pouhé zatraktivnění probírané látky (snaha o „větší zábavnost"), a tím získání většího zájmu studentů. Toto by ale neměl být jediný cíl, který bychom si při hledání nových cest měli klást. Na zřeteli bychom měli mít také celkové zkvalitnění výuky. Tedy to, aby pro žáky a studenty měla co největší význam, přinesla jim skutečné porozumění, přispěla k rozvoji jejich dovedností i obecněji k tomu, aby byli lépe připraveni pro život v současné a budoucí společnosti. Aktivizující formy a metody vzdělávání, nemá-li se z nich stát karikatura, jsou náročnější než klasické metody a kladou na učitele vyšší nároky po stránce vlastní angažovanosti, ale i po stránce zvládnutí fyzikálního obsahu učiva.

Z velkého množství různých netradičních metod a forem vzdělávání jsem se v rámci této práce zaměřila na zážitkovou pedagogiku, resp. metody výchovy

prožitkem. Důvodem pro tuto volbu byla skutečnost, že uvedenou metodiku jsem s úspěchem používala při organizování různých seminářů a domnívala se, že i když se zážitková pedagogika používá zejména v osobnostně-sociální výchově a příbuzných disciplínách, je její využití širší. Ústředním motivem této práce tedy je hledání odpovědi na otázku:

> *Je možné alespoň některé z teoretických principů a metodických postupů zážitkové pedagogiky, která vyrostla z úplně jiných kořenů než z přírodovědného vzdělávání, využít při výuce fyziky?*

Uvedenou centrální otázku jsem dále rozvedla do následujících dílčích cílů:

- Zjistit, zda lze zážitkově pedagogický přístup, tj. jeho teoretické principy a metody, uplatnit i ve výuce fyziky, případně obecněji ve fyzikálním vzdělávání.
- Najít příklady vzdělávacích aktivit zaměřených na fyziku, kdy může být zážitková pedagogika vhodným doplňkem.
- Vytipovat a rozpracovat příklady, kdy lze principy zážitkové pedagogiky využít ve výuce konkrétních partií fyziky, navrhnout konkrétní metodiku takové výuky.
- Vyzkoušet, jak na daný způsob výuky budou reagovat žáci.
- Zjistit, jaký názor na použití principů zážitkové pedagogiky budou mít učitelé fyziky.

Na tomto místě je vhodné ještě poznamenat, a z výše uvedených cílů je to i patrné, že mým cílem rozhodně není celková alternativní koncepce výuky, ale vytváření a ověřování aktivit a metod, které jsou využitelné v rámci stávající výuky fyziky na našich školách a pro běžnou populaci. Tedy postupů, které může učitel zařadit do svých hodin tak, aby obohatil spektrum používaných didaktických postupů a lépe tak naplňoval nové požadavky kladené na vzdělávání.

První kapitola této práce obsahuje vymezení a stručný přehled teoretických principů zážitkové pedagogiky. Představuje tedy úvod do dané problematiky a zároveň shrnuje teoretická východiska využitá při praktických aplikacích zážitkové pedagogiky ve fyzikálním vzdělávání, jež jsou popsány v dalších čtyřech kapitolách práce.

Druhá kapitola práce se zabývá metodickými semináři, v rámci kterých byla využitelnost metodiky zážitkové pedagogiky jednak testována přímo v praxi, jednak tyto semináře sloužily i tomu, aby se s tímto přístupem seznámili zájemci z řad učitelů fyziky.

Jednou z oblastí, na které jsem se v této práci zaměřila, bylo neformální fyzikální vzdělávání v rámci vícedenních soustředění s fyzikální tématikou pro středoškolské a vysokoškolské studenty. Výsledky a závěry z mnohaletého používání principů zážitkové pedagogiky jako prostředku podporujícího fyzikální program shrnuji ve třetí kapitole.

Důležitou charakteristikou zážitkového učení je jeho zakotvení v každodenním životě. Z mnoha různých možností, jak přiblížit výuku běžnému životu či využívat prameny a pomůcky z „neškolního světa", jsem se rozhodla zmapovat možnosti využití denního tisku. Této oblasti je věnována čtvrtá kapitola.

V poslední, páté kapitole jsem se zaměřila na využitelnost principů zážitkové pedagogiky přímo v běžných hodinách fyziky pro výuku fyzikálních témat. Pro vytipování a vytváření aktivit jsem si zvolila tematický celek Fyzika mikrosvěta. K této volbě mě vedly dva hlavní důvody. Jednak je mi toto téma odborně blízké, jednak pro tuto oblast je vytvořeno méně aktivizujících činností pro žáky v porovnání s klasičtějšími tématy jako je např. mechanika. V úvodních oddílech páté kapitoly mapuji stávající materiály a uvádím východiska tvorby aktivit. V dalších oddílech jsou popsány vytvořené aktivity ze třech dílčích oblastí, na které jsem se zaměřila. Jedná se o jadernou fyziku na úrovní základní a střední školy (viz podkapitola 5.4), aktivity z úvodních partií kvantové fyziky určené pro středoškolské využití (viz podkapitola 5.5) a problematika orbitalů atomu vodíku na úrovni úvodního vysokoškolského kurzu (viz podkapitola 5.6).

Celá práce je doplněna pěti přílohami, které obsahují ukázky materiálů vytvořených v rámci jednotlivých způsobů aplikace zážitkové pedagogiky. Dále jsou k práci přiloženy dvě publikace s aktivitami z jaderné fyziky, které v rámci práce vznikly.

Kapitola 1

Zážitková pedagogika

Tato kapitola představuje teoretický vstup do problematiky zážitkové pedagogiky. Začíná nejprve vymezením samotného pojmu zážitková pedagogika a stručným přehledem jejích historických i filozofických kořenů. V podkapitole 1.3 jsou nastíněny vybrané základní principy, které tvoří teoretická východiska, ze kterých vycházely konkrétní aplikace realizované v rámci této práce. Poslední dvě podkapitoly se zabývají možnostmi propojení zážitkově pedagogického přístupu a fyzikálního vzdělávání.

1.1 Vymezení zážitkové pedagogiky

Zážitková pedagogika (v anglické literatuře se používá termín *experiential education* nebo *experiential learning*) a metody výchovy prožitkem se v poslední době dostávaly do popředí zájmu i v naší zemi. I když se jedná o metodiku úspěšně využívanou při rozvoji osobnostních a sociálních dovedností u nás i v zahraničí [6], nemá příliš pevné teoretické ukotvení, což je dle Važanského [7] dáno tím, že *vývoj zážitkově pedagogických forem probíhal vně, v praxi, vzdálen od potřeb teorie*. Také neexistuje jednotná česká terminologie tohoto oboru [8]. Proto nejprve uveďme, jak jsou tyto pojmy chápány různými autory a skupinami lidí, kteří se zážitkovou pedagogikou zabývají, abychom vytvořili obraz toho, co pod těmito pojmy budeme rozumět v rámci této práce.

Začněme tím, jak vymezují zážitkovou pedagogiku organizace, které ji používají. Každá z nich ji pojímá ze svého úhlu pohledu a zdůrazňuje jiné její aspekty, v hlavních charakteristikách se ale shodují. Zaměřme se nejprve na organizace působící v naší republice, protože se tak alespoň pro začátek vyhneme obtížím, které přináší překlad jednotlivých pojmů.

Z organizací využívajících zážitkovou pedagogiku má nejdelší tradici v naší republice Prázdninová škola Lipnice [9] a její dceřinná komerční organizace Outward Bound – Česká cesta [10] (obě jsou členem zastřešující mezinárodní organizace Outward Bound International [6]), které se ve svých programech zaměřených hlavně na sebepoznání a všestranný rozvoj osobnosti hlásí k zážitkové pedagogice a to tak, že *využívají interaktivní metody při řešení modelových situací a v následných rozborech a teoretických zobecněních získaných zkušeností.* Specializují se na tzv. „outdoor training", tj. využívají hlavně herní a pohybové aktivity v přírodě [9, 10].

Ze zkušeností lipnických kurzů vycházel ve svých začátcích projekt s názvem HNUTÍ GO! (dnes již občanské sdružení) [11], jehož hlavní cílovou skupinou jsou studenti nastupující do prvních ročníků středních škol. Kurzy HNUTÍ GO! mají těmto studentům a jejich třídním učitelům umožnit vzájemné poznání v různých situacích, nalezení svého místa ve skupině a rychlejší zapojení do dění školy [11]. Základním kamenem při tvorbě těchto kurzů je opět zážitková pedagogika. Svůj přístup formulují slovy:

> *Účastník v programech získává zážitky aktivním zapojením do různých činností, nejčastěji her. ... Důležité je, že člověk postavený před nějaký problém musí jednat nebo alespoň zaujmout nějaký postoj k dané situaci. Ať výzvu danou úkolem přijme či ne, vždy se dostává do konfrontace s ostatními členy skupiny, kteří poskytují bohatou zpětnou vazbu. ... Klíčovou roli v zážitkových programech má tzv. review, což je zpětný pohled na hru, ve kterém se rozebírá, jak účastníci daný problém řešili, jak jej mohli řešit a poskytuje tak velké množství zpětných vazeb. ... Bohatství, které jedinec získává v podobě zkušenosti, se odvíjí od nasazení, které do hry vkládá.* ([11], v části „Zážitková pedagogika")

Posledním příkladem, který zde jako příklad pojetí zážitkové pedagogiky českou organizací uvedu, je tentokrát méně formální skupina lidí, jež si říká Instruktoři Brno. Jejich pojetí zážitkové pedagogiky shrnuje Radek Pelánek ve své práci takto:

> *Zážitková pedagogika klade důraz na aktivitu ze strany „žáků". Zážitková pedagogika využívá učení prostřednictvím zážitku, prožitku, učení na základě vlastní zkušenosti. Záměrně vyvolává situace vedoucí k získání zážitku a posléze vybízí k introspektivnímu*

> *zkoumání vlastních pocitů, postojů, zkušeností a možností poučení. Hlavní rozdíl mezi „rekreačním" zážitkem a „pedagogickým" zážitkem tkví právě v této zpětné vazbě.* [12]

I když v naší republice působí ještě mnoho dalších organizací, které se také k využívání zážitkové pedagogiky hlásí, svoje pojetí buď příliš podrobně nespecifikují nebo je velmi podobné výše uvedeným.

Definice používané v českém prostředí se shodují s pojetím zážitkové pedagogiky v zahraničí. Uveďme vymezení tohoto pojmu tak, jak ho uvádí Asociace zážitkové pedagogiky (Association for Experiential Education [13]):

> *Experiential education is a philosophy and methodology in which educators purposefully engage with learners in direct experience and focused reflection in order to increase knowledge, develop skills and clarify values.*
>
> (Zážitková pedagogika je filozofie a metodologie, ve které vyučující záměrně pracuje s žáky pomocí přímých zážitků a cílených reflexí za účelem zvýšení jejich znalostí, zlepšení dovedností a ujasnění si hodnot.)

Jak je z uvedených příkladů patrné, pro zážitkově pedagogický přístup je velmi důležité, aby studenti nejprve něco prakticky a aktivně prožili, udělali, vyzkoušeli si,... a teprve potom, v další fázi se sami nebo pod vedením učitele/lektora vrátili k získaným zážitkům, uvědomili si, co přesně se během aktivity dělo a snažili se z toho získat poučení do budoucnosti.

Navažme na výše uvedený přehled přístupů převzatých „z praxe" definicemi, které můžeme najít v literatuře. Vážanský [7] uvádí, že základem zážitkově pedagogických forem je heslo *jednání místo mluvení* a jako pomoc pro vstup do diskuze o „pedagogice zážitku" navrhuje přiblížení pojmu pomocí významů slov „zážitek", „prožitek", „zažít, prožít, zakusit"[(1)]. Česká terminologie se totiž dostává do potíží zejména při rozlišování pojmů zážitek a prožitek (v angličtině zahrnuje termín *experience* jak význam obou těchto slov, tak také slova zkušenost). Neustálenost terminologie se také projevuje v tom, že kromě zážitkové pedagogiky jsou u nás používány termíny jako

[(1)]Etymologická analýza slova „prožít" dle [7] str. 26: *předpona „pro-" má mimo jiné i význam připojení; prožitou účastí bude jedinec „bohatší" o „vnitřní statek". Navíc „prožil" či „prožíval" nejen tuto interní hodnotu, ale též vnímal vlastní a vnější skutečnost. Chápe-li se slovo „prožít" tímto způsobem, pak vyplývá, že si jedinec prací do života něco přisvojil.*

prožitková pedagogika, výchova dobrodružstvím, ... Podrobně je tato problematika rozebrána v článku Ivo Jiráska [8], který na základě obsahu a dělení pedagogiky jako vědního oboru vymezuje zážitkovou pedagogiku takto:

> *Pod označením „zážitková pedagogika" tedy nadále budeme rozumět teoretické postižení a analýzu takových výchovných procesů, které pracují s navozováním, rozborem a reflexí prožitkových událostí za účelem získání zkušeností přenositelných do dalšího života. ... Pro zážitkovou pedagogiku je prožitek vždy pouhým prostředkem, nikoliv cílem.* ([8], str. 15)

Tato definice je v souladu s předchozími příklady pojetí zážitkové pedagogiky z praxe, ale precizuje používání jednotlivých pojmů. Pro úplnost dodejme, že výchova prožitkem znamená konkrétní aplikaci metod zážitkové pedagogiky. Slovem *prožitek* se zdůrazňuje více aktivita a současnost, jedná se tedy o pocity a emoce, které jsou prožívány v průběhu aktivity. Pokud se jedná o návrat k aktivitě později (např. v rámci reflexe), minulé (prožité) pocity je vhodnější označovat termínem *zážitky*. A právě zážitky dávají základ pro vytvoření trvalejší zkušenosti, která má využitelnost v budoucnosti.

Zajímavé je také srovnání činností vedených podle principů zážitkové pedagogiky a běžných volnočasových aktivit (jimiž se zabývá pedagogika volného času). Rozdíly těchto dvou oblastí, jenž jsou shrnuty do následujících bodů (zkráceno a upraveno dle [7] str. 27), dávají vyniknout principům, na kterých zážitková pedagogika staví:

1. Pedagogika zážitku vytváří zkušenosti, které jsou úplné, zahrnují emocionální i racionální aspekty a aktivní volnost v jednání.
2. Získané zkušenosti nejsou odtrženy od životní reality.
3. Zpracování prožitků probíhá v návaznosti na dřívější zážitky/zkušenosti, díky tomu mohou být jedincem zvnitřněny a prohloubeny, což vytváří předpoklad pro jejich trvalý vliv.
4. Požadavky na jedince jsou skutečné, protože podmínky, kterým je jedinec vystaven, vyžadují od něho rozhodnutí a bezprostřední jednání. Obvykle neposkytují možnost se dané situace zbavit.
5. Vytváří příznivé předpoklady pro učení sociálního chování tím, že skupinové konflikty jsou rychle patrné, ale také mohou být vbrzku pochopeny a bezprostředně zdolány.

6. Pedagogika zážitku umožňuje rozšíření obzoru srovnáním sebe samého se skupinou a se zkušenostmi s řešením konfliktů.

7. Zážitkově pedagogické činnosti umožňují osobní rozvoj získáním kontrastních a hraničních zkušeností.

8. Zdůrazňují jednání a přímou zkušenost proti „jenom mluvení"; dochází k aktivizaci potřeb člověka a pomoci při jejich naplnění.

Od nabídky extrémních dobrodružství můžeme zážitkové pedagogické činnosti odlišit zejména demokratickou spoluprací zúčastněných a učením se na důsledcích vlastního jednání místo poslušnosti a přenechání odpovědnosti. Dalšími rysy jsou společné překonávání úkolů místo principu konkurence a soutěživosti a snaha o dopracování se k vlastním, společným i individuálním názorům.

Celkově lze výše uvedené shrnout v rámci nejdůležitějšího hlediska, a to že zážitkové pedagogické činnosti se odlišují od volnočasových hlavně ústředním postavením vědomého určení cíle [12], název či jiná formální stránka činnosti nevypovídá nic o jejím obsahu a zařazení. Spektrum zážitkově pedagogických akcí je velmi široké, od krátkých, ale svědomitě připravených činností v blízkém okolí až k déletrvajícím intenzivním aktivitám vzdáleným od všedního dne.

1.2 Historické a filozofické kořeny zážitkové pedagogiky

V této podkapitole je uveden stručný přehled toho, jak se měnil pohled na význam zážitku a jeho využití pro výchovné či vzdělávací účely. Z přehledové literatury [7, 14, 15, 16] jsou vybrána nejdůležitější historická období a filozofické proudy, které ovlivnily vznik zážitkové pedagogiky.

Jak je uvedeno v [7], označení *zážitková pedagogika* sice existuje pouze několik desítek let, přesto se nejedná o novinku, kterou by přineslo až dvacáté století. Za nejstarší kořeny lze považovat již zkoušky odvahy či jiné iniciační rituály v dávné historii a u tzv. „přírodních národů" a také některé výcvikové systémy ve starověkých státech včetně přísné výchovy spartánských chlapců [14]. Filozofické kořeny zážitkové pedagogiky vycházejí z antického modelu výchovy všech svobodných občanů, jehož cíl byl shrnut ve slově „kalokagathia" a zdůrazňoval harmonický rozvoj osobnosti po stránce tělesné (vnější) i duševní (vnitřní) [15].

V období středověku dochází k odklonu od aktivního prožívání přítomnosti, typického pro antiku, a život je chápán jako pouhá příprava na život posmrtný – věčný, dochází tedy k zaměření spíše na budoucnost. Prvotní křesťanská dogmata odmítala vše tělesné, včetně pohybových her. Přesto se v rozporu s církevními představami vytváří model výchovy rytíře, u kterých fyzická zdatnost byla doplněna křesťanskou zbožností. Pod vlivem renesance v 15. století dochází k návratu harmonického rozvoje osobnosti.

Pro vznik a rozvoj zážitkové pedagogiky bylo podstatné dílo „učitele národů" Jana Amose Komenského (1592-1670), který prosazoval celostní rozvoj osobnosti a tvrdil, že nejdůležitější zkušenosti člověk získává pomocí vlastních smyslů. Ve svém díle zdůrazňoval propojení teorie a praxe i jednotlivých vyučovacích předmětů a také podporoval samostatné vzdělávání a řešení problémů motivované zájmem žáka. [16]

Jak je uvedeno v [15], jednou z metod, kterou popisuje Komenský ve svém díle, je tzv. školní divadlo (obvykle přístupné jen žákům a jejich rodičům), které se v dřívějších dobách hrálo v rámci studia latinského jazyka (hrála se pozdně antická díla a cílem byla pouze jazyková průprava). Na přelomu 15. a 16. století, v období humanizace, dochází k využití divadla pro daleko širší výchovné cíle, zejména mravní výchovy. Divadlo jako výchovný prostředek bylo používáno i v jezuitských školách.

Zážitková pedagogika byla také ovlivněna různými filozofickými proudy 18. až 20. století [7]. Důležitým filozofem, jehož myšlenky nalezneme v základech zážitkové pedagogiky, je Jean Jacques Rousseau (1712-1778). Jako mnozí racionálně uvažující myslitelé daného období, uznává rozum a přírodu, jako jeden z mála však vyzdvihuje vedle rozumu význam instinktů a vášní, v čemž je patrné jeho celostní myšlení.

Existencialismus ovlivnil významně chápání lidského „prožívání". Jeho stoupenci byli toho názoru, že smysl a význam života vyplývá teprve z jeho průběhu, z jeho „prožití". Filozofové života, např. Nietsche a Bergson, považují zážitek za „vyzdviženou událost", která se jedince silně dotýká a musí být také kognitivně zpracována, má-li být konstruktivní součástí zkušenosti.

Na přelomu 19. a 20. století vznikají alternativní pedagogické směry, které staví zejména na přirozené a svobodné výchově, významnou roli v nich sehrává hra, mění se pojetí vztahu učitele a žáka, ale i používané metody a cíle vzdělávání se stávají více pragmatičtější.

Pedagogické kořeny zážitkové pedagogiky nalezneme v americkém hnutí pragmatické pedagogiky v čele s jeho zakladatelem a významným představitelem pragmatické filozofie Johnem Deweyem. Na rozdíl od jiných reformních směrů Dewey vytvářel pedagogický systém, který nebyl určen pro výchovu elitní

skupiny, ale měl se stát základem vzdělávání širokých mas americké mládeže na veřejných elementárních školách. Pragmatické pojetí skutečnosti jako neustálé změny vedlo k tomu, že i výchova má být v neustálém procesu a má dítěti poskytovat schopnost interpretovat proměnlivou zkušenost. [17]

Výchova zde není pokládána za přípravu na budoucí život, ale přímo za život sám, a proto by měla využívat situace ze skutečného života a nepracovat pouze s uměle zkonstruovaným učivem. Dítě by mělo cítit, že to, co se učí, má vztah k jeho dětskému životu, ne pouze k pozdějšímu životu v dospělosti.

Podle Deweyho by škola měla dětem připravovat takové učební situace, které jsou přiměřené jejich věku a ve kterých se mohou učit kriticky a rozumně žít, protože tyto situace směřují k problémům, které budou pravděpodobně řešit i v dospělosti. Pragmatická pedagogika staví výchovu na aktivní činnosti dítěte v těsném spojení s jeho potřebami a zájmy. Jak uvedený požadavek naznačuje, Dewey se přikláněl k pedocentrismu, ale jeho pojetí bylo umírněné. Dítěti by se nemělo dovolit zcela se poddávat všem jeho sklonům, protože není ještě dostatečně zralé, aby poznalo důležité cíle. V pragmatickém pojetí učitel svým vedením vnáší do procesu svoji „zralou zkušenost", pomocí které ovlivňuje růst žáků zejména tím, že kontroluje prostředí (připravuje vhodné učební situace). Neměl by proces učení řídit, ale spíše radit a usměrňovat. Pragmatisté striktně neodmítali ani studium logicky uspořádaného učiva, ale tvrdili, že má přijít na řadu až později v průběhu školní docházky a žák má být k němu doveden postupně.

Pragmatická výchova vyzdvihuje učení řešením problému, klíčovou roli v ní hraje zážitek/zkušenost[2], na němž Dewey zakládá i své pojetí „pracovní školy" a zásadu „learning by doing" (učení činností). Uvědomuje si ale také, že pouhé vytváření zážitků/zkušeností není postačující, protože:

> *... přesvědčení, že k pravé výchově dochází jen zkušeností, neznamená, že všechny zkušenosti jsou opravdu nebo stejně výchovné. Zkušenost a výchova nemohou být prostě ztotožňovány. Vždyť jisté zkušenosti jsou nevýchovné. A každá zkušenost je nevýchovná, když vede k zastavení nebo deformaci růstu dalších zkušeností. ...*
>
> *Všechno záleží na kvalitě zkušenosti, ke které dochází. Kvalita zkušenosti má dva aspekty. Jednak bezprostřední aspekt shody a*

[2]Definice pojmu „experience" [zážitek/zkušenost] není ale v práci Deweyho zcela vyhraněna [18]. Směšuje v ní několik věcí – to, co je vnímáno, subjekt vnímání, samotný fakt vnímání, ale také celý proces získávání poznatků a vytváření zvyků (ovlivnění budoucího jednání vnímaným). Z těchto důvodů uvádím v textu oba české ekvivalenty. F. Singule, jehož překlad [17] byl použit v ukázkách, slovo „experience" překládá jako „zkušenost".

neshody, jednak její vliv na další zkušenosti. ... Proto je centrálním problémem výchovy založené na zkušenostech vybírat takový druh současných zkušeností, které budou plodně a tvořivě žít ve zkušenostech následujících...

[18], str. 25-28, překlad dle [17] str. 168

Ve své práci se snaží postihnout podmínky, které je nutné naplnit, aby zážitky/zkušenosti plnily výchovné cíle. Za důležitý považuje princip kontinuity zkušenosti, kterým vyjadřuje názor, že každá zkušenost vychází z minulosti a ovlivňuje kvalitu toho, co bude následovat. Předkládané problémy by měly vyrůstat z přítomnosti (z aktuálně prožívané situace) a vzbuzovat v žákovi potřebu aktivního řešení. Žák by měl mít také možnost na základě impulzů učitele vytyčovat cíle, kterých chce dosáhnout. Dewey dále chápe školu jako sociální skupinu, kterou udržuje pohromadě společná činnost a ve které se mají žáci učit řešit společenské problémy.

Zároveň zde Dewey upozorňuje i na obtížnost výchovy založené na zážitcích:

Tak věřím v možnosti výchovy, je-li uskutečňována jako rozumně řízené rozvíjení možností skrytých v běžné zkušenosti, že necítím ani nutnost kritizovat zde druhou cestu [tradiční vzdělávání], *ani uvádět argumenty ve prospěch cesty zkušenosti. Jediný důvod - abych anticipoval neúspěch na této cestě - spočívá podle mne v nebezpečí, že zkušenost a experimentální metoda nebudou správně pochopeny. ...*

Jak jsem již nejednou zdůraznil, jít cestou nové výchovy [výchovy založené na zážitku/zkušenosti] *není snadnější než jít cestou výchovy staré, ale svízelnější a obtížnější. ... Největším nebezpečím, které ohrožuje její budoucnost je myslím názor, že je snadné jít její cestou, dokonce tak snadné, že její sledování může být improvizováno, ne-li zcela bez přípravy, tak alespoň ze dne na den nebo z týdne na týden.*

[18], str. 89-90, překlad dle [17] str. 177

Obě vybrané ukázky z Deweyho díla ukazují, že již Dewey si byl vědom úskalí, která výchova a vzdělávání postavené na zážitcích, přináší. Jasně v nich říká, že zážitky, na jejichž základě má docházet k učení, musí být pečlivě připraveny a jejich výběr musí být podepřen dlouhodobým záměrem a zkušenostmi učitele. Opominutí této skutečnosti vede k povrchnímu uplatňování zážitkové formy výuky.

Důležitý vliv na obsah zážitkové pedagogiky měla také hnutí z počátku 20. století, která se orientovala se na tzv. „výchovu v přírodě" nebo „výchovu pomocí dobrodružství". Jedná se zejména o hnutí Woodcraft založené v USA E. T. Setonem roku 1902 a skautské hnutí založené ve Velké Británii R. Baden-Powellem roku 1907.

Na rozvoj „pedagogiky zážitku" měl dále velký vliv německý filozof a reformní pedagog Kurt Hahn, který ve třicátých a čtyřicátých letech 20. století organizoval v Anglii (kam se kvůli svému židovskému původu musel uchýlit) krátké čtyřtýdenní kurzy pro mladé lidi. V roce 1941 společně s L. Holtem a J. Hoganem zakládá s názvem organizaci Outward Bound, která přispěla k celosvětovému rozšíření zážitkové pedagogiky a v dnešní době pod názvem Outward Bound International sdružuje více než 40 organizací z různých zemí po celém světě [6]. Hahnův přínos spočíval zejména v propojení jednotlivých prvků v ucelenou pedagogickou koncepci, která staví na emocionálně silném zážitku, na prožití překonávání překážek a poznání sebe sama, kontaktu s přírodním prostředím i ostatními lidmi [7].

Zážitková pedagogika v Čechách

Zmiňme ještě krátce specifika vývoje zážitkového vzdělávání v naši republice. Na tomto místě považuji za vhodné ještě jednou připomenout dílo Jana Amose Komenského, jehož vliv byl celosvětový.

Na začátku 20. století se dostává i v českých zemích velké pozornosti anglosaskému vlivu výchovy v přírodě a až do druhé světové války bylo české prostředí ovlivněno také reformními vzdělávacími směry, které se rozvíjely v té době ve světě. Druhá světová válka a komunistický režim tento vývoj a vzájemné ovlivňování na dlouhou dobu násilně zpřetrhaly. Přesto některé prvky turistiky a sportu v přírodě přetrvaly. Rozvíjela se tradice školních výletů, škol v přírodě, lyžařských kurzů a letních táborů. Význam rozborů nebo alespoň zpětných ohlédnutí za aktivitami byl ale velmi omezený. [16]

Díky tomuto odloučení od zahraničních zkušeností došlo v naši republice k vytvoření od zahraničí odlišného pojetí výchovy pomocí zážitku. Experimentální formy výchovy v přírodě, které i přes překážky kladené politickou situací vznikaly, vyústily v roce 1977 v založení neziskové organizace *Prázdninová škola Lipnice* (v rámci Socialistického svazu mládeže), která začala vytvářet základy moderního a kreativního přístupu k výchově v přírodě. Poloilegální činnost této organizace umožňovala otevřeně hovořit i o v té době politicky nevhodných tématech a klást důraz na osobnostní růst a úspěchy jednotlivce. Zatímco zahraniční organizace vycházely zejména z pedagogické

filozofie Kurta Hahna. Prázdninová škola Lipnice stavěla na řeckém ideálu „kalokagathia" [16]. Větší důraz zde byl kladen na dramaturgii kurzů a využití i nefyzicky zaměřených aktivit.

V roce 1990 se Prázdninová škola Lipnice osamostatnila a v roce 1991 se stala přidruženým členem mezinárodní organizace Outward Bound International a v roce 1997 se stala jejím řádným členem. Ze zkušeností a metod Prázdninové školy Lipnice čerpají i další neziskové i komerční organizace, které se v naší republice zážitkovou pedagogikou zabývají (např. již zmíněné HNUTÍ GO [11]). Od roku 1989 k vzájemnému ovlivňování obou přístupů dochází, přesto vliv tradice Prázdninové školy Lipnice je v naši republice v pojetí zážitkových kurzů stále patrný.

1.3 Teoretické základy zážitkové pedagogiky

I když je zážitková pedagogika pojímána jednotlivými skupinami, které ji používají, mírně odlišně, základní myšlenka je vždy stejná: Je důležité, aby žáci nejprve něco aktivně prožili, prakticky udělali, vyzkoušeli si a potom se (obvykle pod vedením učitele/lektora) k získaným zážitkům vrátili, uvědomili si, co přesně se během aktivity dělo, a snažili se své zážitky zobecnit nebo z nich vyvodit nějaké závěry.

Na základě historických přístupů a filozofických směrů popsaných v předcházející podkapitole vznikly psychologické teorie učení na základě zážitků. V této práci jsem vycházela zejména z práce Davida A. Kolba, základy jehož teorie jsou představeny v následujícím oddíle. Dále jsou v této podkapitole uvedeny další vybrané teorie, které vytvářejí teoretický rámec zážitkové pedagogiky. Poslední oddíly jsou zaměřeny již více na metodiku. Uvedeny jsou zde ty teoretické principy a metodické partie, které byly přímo využity nebo byly jinak důležité v dalších částech práce.

Terminologická poznámka: Protože zážitková pedagogika se používá ve velmi odlišných kontextech, je obtížné zvolit jednotné pojmenování jak pro člověka, který se v dané situaci učí, tak pro profesionála, který je zodpovědný za vytváření a řízení průběhu učebních situací. V prvním případě se používají termíny jako žák, student, účastník, učeň, frekventant, klient. Pro „vzdělavatele" jsou obvyklá pojmenování jako učitel, vyučující, lektor, ale také facilitátor, tutor, trenér nebo terapeut. Vzhledem k návaznosti této práce na školní prostředí budu v následujícím textu používat hlavně termíny žák – učitel, i když se nejedná o pojmy používané v oboru zážitkového vzdělávání nejčastěji.

1.3.1 Zážitkový (Kolbův) cyklus učení

Na základě prací Deweyho, Lewina, Piageta, ale zejména na základě vlastních zkušeností a dlouholetého výzkumu vypracoval americký psycholog David A. Kolb teorii učení založeného na zážitku/zkušenosti [19, 20]. On sám zdůrazňuje následující charakteristiky učení:

- *Učení je nejvhodnější koncipovat jako proces, a ne ho chápat v termínech dosažených výsledků.*

  Tento názor odlišuje zážitkové učení od behaviorálně orientovaných teorií učení. Dle Kolba rozpor leží hlavně v behaviorálním axiomu, že síla zvyku se dá měřit jeho odolností vůči změně. Z pohledu zážitkové pedagogiky by definice učení jako výsledku byla definicí ne-učení, protože v pojetí zážikové pedagogiky znalosti nejsou pevné a neměnné části myšlení, ale jsou vytvářeny a přetvářeny zážitky/zkušenostmi. Cílem vzdělávání je rozvíjet schopnosti potřebné pro získávání znalostí, ne memorovat jednotlivé znalosti.

- *Učení je neustálý proces zakotvený v zážitcích/zkušenostech.*

  Nepřetržitost získávání zkušeností měl ve svém pojetí zážitkového učení již Dewey. Znalosti jsou neustále odvozovány, ale také testovány zkušenostmi, jež žák získává. To znamená, že veškeré učení lze chápat vlastně jako přeučování. Žák není vnímán jako „nepopsaný list papíru", ale tak, že vždy má nějaké, lépe nebo hůře formulované, představy o daném tématu. Úkolem učitele tedy není pouze učit nové myšlenky, ale také uspořádávat a měnit stávající.

- *Proces učení vyžaduje vyřešení konfliktu dvou protichůdných způsobů přizpůsobení se světu.*

  Učení ve své podstatě je proces plný napětí a konfliktů. Nové znalosti, dovednosti i postoje se vytvářejí na základě vzájemného porovnání mezi čtyřmi módy zážitkového učení: konkrétního zážitku, reflektivního pozorování, abstraktní konceptualizace a aktivního experimentování. Učení tedy vyžaduje protichůdné schopnosti, které můžeme umístit na dvě základní dimenze. První dimenze se týká vnímání a je ohraničena na jedné straně schopností plně se zapojit do aktivity (vnímat) a na druhé straně schopností zobecňovat situaci (myslet). Druhá dimenze charakterizuje přístup k činnosti a je vymezena schopností aktivního experimentování (konání) na jedné straně a reflexivního pozorování vlastního chování na druhé straně. Žák se v každé situaci rozhoduje, jaké schopnosti umístěné na těchto dvou základních škálách využije.

- *Učení je celostní proces přizpůsobování se světu.*

  Zážitková pedagogika je spíše než teorií zaměřující se pouze na učení, popisem adaptace jedince na sociální i fyzické prostředí. Při zážitkově pojímaném učení se uplatní funkce celého organismu – myšlení, cítění, vnímání i chování, které jsou navzájem provázány. Učení probíhá za všech podmínek a ve všech stádiích lidského života. Tento pohled znamená nejenom celostní přístup k učícímu se jedinci, ale zahrnuje také různě dlouhé procesy adaptace, od bezprostřední reakce na situaci až po dlouhodobé postupné změny – vývoj.

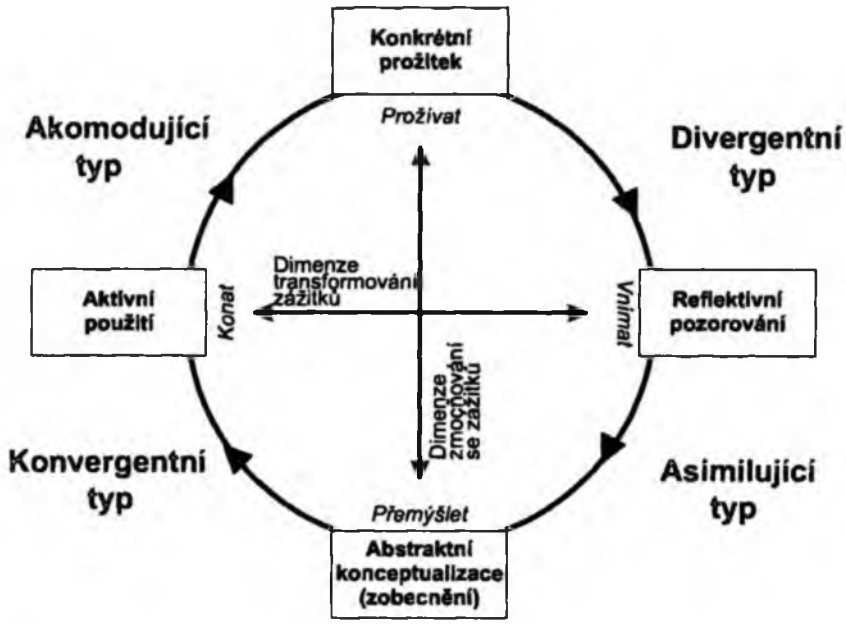
- *Učení vyžaduje interakci mezi člověkem a prostředím.*

  Toto tvrzení se zdá zcela zřejmé, přesto v kognitivních teoriích, které staví do středu zájmu člověka, je vliv prostředí zanedbáván a učení chápáno jako vnitřní proces vyžadující pouze velmi omezené prostředky z okolí – učebnici, třídu apod. V zážitkovém učení je tento výměnný proces vyjádřen již dvojím významem slova „experience" (zážitek/zkušenost) – za prvé se jedná o vnitřní stav žáka (v tomto významu se tedy slovo experience bude do češtiny překládat jako prožitek nebo zážitek), za druhé o objektivizovaný souhrn znalostí (v češtině vyjádřený slovem zkušenosti).

- *Učení je proces vytváření znalostí.*

  Nová znalost vznikne jako výsledek ovlivňování sociálních vědomostí (kulturního bohatství, poznatků nashromážděných díky civilizaci) a osobních zážitků/zkušeností. Dále také Kolb uvádí, že při vedení žáků je důležité vzít v úvahu i povahu vyučovaného tématu a zvolit vhodné metody.

Kolbovy myšlenky lze vyjádřit tzv. zážitkovým cyklem učení (viz obr. 1.1) [21]. Původně byl vytvořen pro „klasické outdoorové aktivity" a osobnostně-sociální rozvoj pomocí nich, ale možnosti jeho aplikace jsou mnohem širší. Celý cyklus je rozdělen na 4 části. Učení je postaveno na *aktivní činnosti*, která vede k získání reálných osobních *konkrétních prožitků*. Ty jsou dále (již jako zážitky) zpracovány *reflexivním pozorováním*, v rámci něhož by si žák měl uvědomit, co se během akce dělo. Po zvnitřnění prožitých událostí lze přikročit k jejich hodnocení nebo *zobecnění* (obecněji k jejich abstrakci). Tato fáze by měla zahrnovat i tvorbu doporučení do budoucna – plánu zlepšení. Ten lze aplikovat v další *činnosti*, při řešení dalšího úkolu, což vede ke vzniku dalších *prožitků*, které lze opět zpracovávat pomocí tohoto cyklu. Cyklus můžeme začínat v libovolné fázi, ale jejich pořadí by se mělo zachovat.



Obrázek 1.1: Původní Kolbův cyklus učení s vyznačením obou dimenzí a učebních stylů (vytvořeno na základě [19, 21])

Pokud bychom chtěli zachytit novou „kvalitu" dalších zážitků, můžeme uvedený cyklus transformovat do rostoucí spirály, která naznačuje, jak žáci zlepšují každým dokončeným cyklem svoje schopnosti. Příklad konkrétní realizace tohoto učebního cyklu v rámci projektu Orbitaly je uveden na str. 143.

Poznamenejme, že je důležité, aby se žáci aktivně podíleli na všech uvedených částech učebního cyklu. To znamená, že i závěry a zobecnění, které plynou z jejich předchozí činnosti, si formulují sami, nejsou jim předkládány učitelem nebo jinou autoritou. Učitel obvykle usměrňuje jejich činnost a moderuje probíhající diskuze, může studentům pomáhat uvědomit si důležité momenty, uvést další vhodné příklady, případně jim pomáhat myšlenky zpřesňovat. Zkušenostní učení totiž vychází z toho, že pokud studenti cítí, že si na zobecněné poznatky přišli sami, lépe se s nimi ztotožní.

Jak již bylo výše uvedeno a je zachyceno i na obr. 1.1, Kolb rozeznává ve svém cyklu dvě dimenze. První se týká toho, jakým způsobem žák preferuje „věci dělat", tj. zda dává přednost tomu se aktivně zapojit nebo spíše pozorovat děje. Jinými slovy lze také říci, že umístěním na této ose popíšeme preferovaný styl transformování zážitků. Druhá škála popisuje, jakému způsobu zmocnění se nových zážitků dává žák přednost, tj. zda je pro něj rozhodující logické myšlení nebo spíše vnímání (pocity). Polohou na obou

zmíněných osách rozlišuje Kolb čtyři typy žáků (viz obr. 1.1) [21, 22]:

1. **Akomodující typ** – Žáci, kteří jsou silní v praktické aplikaci myšlenek, spoléhají spíše na intuici než logickou argumentaci, tu přejímají od jiných, dokáží riskovat a dobře bezprostředně reagují na nenadálé situace, jsou iniciativní, preferují práci ve skupině.

2. **Divergentní typ** – Jedná se o žáky, kteří dokáží zobecňovat a vidět problém z různých hledisek, preferují shromažďování informací, mají výbornou představivost, kterou využívají při řešení problémů, dokáží vytvářet nové nápady, projevují zájem o lidi (jsou citliví) a mají široké kulturní zájmy.

3. **Asimilující typ** – Sem jsou zařazeni žáci, jejichž silnou stránkou je logické (induktivní) odvozování, dokáží vytvářet teoretické modely, zaměřují se spíše na teoretické koncepty než na lidi. Ocení spíše dobré logické zdůvodnění než možnost si věci prakticky vyzkoušet. Dobře se uplatňují v profesích týkajících se přírodních věd či informačních technologiích.

4. **Konvergentní typ** – Žáci preferující tento učební styl dokáží řešit prakticky orientované problémy, aplikovat myšlenky a teorie v praxi, experimentovat s nimi. Upřednostňují spíše technické aspekty než mezilidské vztahy, úzce se specializují.

Jak je patrné z obr. 1.1, každý z těchto stylů se nejlépe uplatní v jiných fázích učebního cyklu. Pokud při výuce dojde k naplnění opravdu celého učebního cyklu, případně se ho dokonce daří „roztáčet" opakovaně, budou moci použít svůj preferovaný učební styl všichni žáci. Pro diagnostiku jednotlivých typů vyvinul Kolb dotazník, který byl dále rozvíjen, testován i kritizován.

Kolb uvažoval také o proměnách stylů učení v průběhu života, který rozděluje do tří vývojových etap – *etapu získávání* (do 15 let) poznatků a základních dovedností, *etapu specializování* (od 16 do 40 let) = výběr životního zaměření a místa ve světě a *etapu integrování* (od 40 let) charakterizovanou rozporem mezi potřebou specializace a osobnostního rozvoje. [19]

Za silné stránky Kolbovy teorie lze považovat [23]

- přímou aplikovatelnost
- vytvoření teoretického rámce pro obvyklou praxi
- vyzdvižení důležitosti toho, aby žáci sami dělali závěry a hodnotili, ale také toho, aby jim učitel poskytoval dostatečnou zpětnou vazbu
- zvyšování motivace k tomu, aby různé přístupy byly kombinovány tak, aby žáci mohli efektivně uplatnit různé styly učení
- využitelnost při výuce jak jednotlivců, tak skupin, plánování jedné vyučovací jednotky, ale i dlouhodobého kurzu

Naopak někteří psychologové, kteří na Kolbovu práci navazovali, upozorňují na její slabiny [22]:

- je vhodná pro plánování učebních situací, ale věnuje málo pozornosti tomu, jak vytvořit podmínky pro reflexi
- některé učební styly navržené Kolbem jsou poněkud zvláštní a zároveň jeho schéma nezahrnuje všechny způsoby učení a všechny učební situace[3]
- bere jen malý ohled na kulturní odlišnosti
- model posloupnosti jednotlivých fází nemusí být vhodný pro popis procesu učení, protože již Dewey upozorňuje, že mnoho různých procesů může probíhat současně
- opírá se pouze psychologický pohled na znalosti, nezahrnuje filozofický a sociologický pohled

Na Kolbovu teorii zážitkového učení a učebních stylů navázaly další práce. Například Peter Honey a Alan Mumford vytvořili vlastní systém učebního cyklu a stylů učení [22]. Má také čtyři fáze a k nim přiřazené čtyři styly učení:

1. fáze **získávání prožitků** – upřednostňují ji tzv. **aktivisté** (plně a bez předpojatosti se zapojují do nových zkušeností a zážitků a libují si v nových úkolech, jsou společenští)

2. fáze **zvnitřnění zážitků** – upřednostňují ji tzv. **přemítavci** (stojí v pozadí a pozorují nové zkušenosti a zážitky z různých úhlů, shromažďují údaje, zkoumají je a pak docházejí k závěru, nejprve poslouchají, teprve potom vyjadřují vlastní myšlenky)

[3]Například Peter Jarvis (citováno dle [22]) rozšiřuje Kolbovo schéma, tak aby zahrnovalo i pamětní učení a učení bez reflexivní složky.

Obrázek 1.2: Upravená verze základního Kolbova cyklu, která reflektuje „novou kvalitu“ zážitků získaných při aplikaci (převzato z [10]).

3. fáze **zhodnocení a zobecnění zážitků** – upřednostňují ji tzv. **teoretici** (upravují a aplikují svá pozorování ve formě logických teorií, mají sklon k perfekcionismu)

4. fáze **plánování dalšího kroku** – upřednostňují ji tzv. **pragmatici** (dychtí vyzkoušet nové myšlenky v praxi, chtějí vidět, zda to funguje, rychle se rozhodují, neradi dlouze diskutují)

Ale podle jejich vlastních slov (citováno v [22]) je podobnost jejich přístupu s Kolbovou teorii větší než vzájemné rozdíly. Jak jednotlivé fáze, tak učební styly Kolbova i Honey-Mumfordova cyklu jsou uvedeny v pořadí, ve kterém si vzájemně nejlépe odpovídají. Učební styly v pojetí Honeyho a Mumforda jsou tedy přiřazeny vždy k jednotlivé fázi, spíše než ke dvojici, jak je tomu v Kolbově přístupu.

Cyklu Honeyho a Mumforda se také podobá např. i učební cyklus, který ve svých metodických východiscích uvádí i Outward Bound – Česká cesta [10], navíc je zde již zmíněným spirálovitým tvarem vyjádřeno postupné zlepšování dovedností (viz obr. 1.2).

1.3.2 Teorie mnohočetných inteligencí a celostní přístup

Americký psycholog Howard Gardner považuje za inteligenci schopnost řešit problémy nebo vytvářet produkty, které mají v jednom nebo více kulturních prostředích nějakou hodnotu. Narozdíl od vývojové psychologie, která chápe

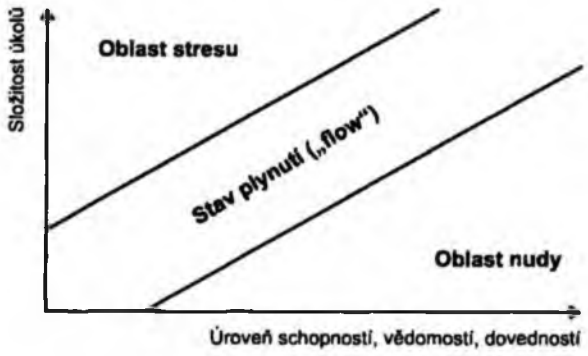
inteligenci jako jednu všeobecnou schopnost, ji člení na řadu relativně samostatných dimenzí – inteligencí (jazykovou, hudební, logicko-matematickou, prostorovou, tělesně-pohybovou a personální dále členěnou na intrapersonální a interpersonální). [24]

Na základě této teorie by každému člověku měly být předkládány rozmanité aktivity a problémy tak, aby se dotýkaly celého spektra „inteligencí" a umožnily mu tak co největší růst jeho osobnosti ve všech oblastech [25]. Různorodost aktivit také umožňuje, aby každý účastník mohl vyniknout v některé konkrétní oblasti, a zároveň dává příležitost všem poznávat svoje silné i slabé stránky.

V zážitkovém vzdělávání tedy člověk není posuzován pouze na základě několika málo činností, ale pracuje se s ním jako celostní bytostí, což také vyplývá ze samotné povahy zážitku i požadavku, aby žák byl na zážitku zainteresován nejenom intelektuálně, ale také emocionálně, fyzicky, případně sociálně.

1.3.3 Teorie optimálního prožívání a zónová koncepce učení

Požadavek přiměřenosti zážitků, které učitel pro žáky připravuje, je rozpracován americkým psychologem Mihaly Czikszentmihalyim, který se zabývá prožíváním životní reality. Prožívání člověka při řešení úkolů je ovlivněno jak složitostí úkolu, tak úrovní jeho schopností (viz obr. 1.3). Optimální pro rozvoj schopností je postupné zvyšování obtížnosti úkolů odpovídající vzrůstajícím znalostem a dovednostem, tj. aby úkoly či zážitky odpovídaly oblasti „plynutí" (flow). Řešení takových úkolů totiž přináší žákovi hodnotu (radost) již samo o sobě a není vykonáváno pouze s očekáváním budoucího dosažení



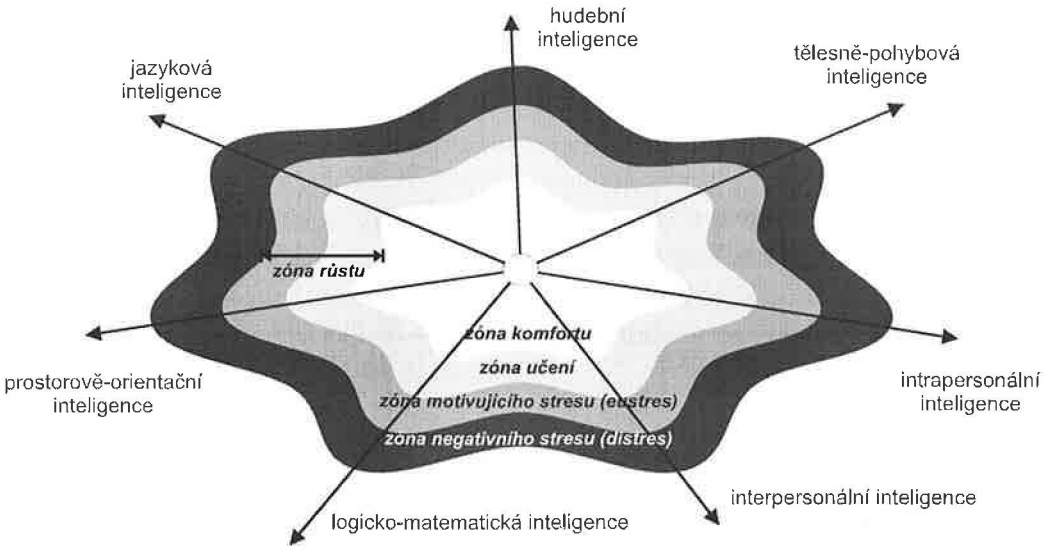
Obrázek 1.3: Teorie optimálního prožívání [14]

Obrázek 1.4: Zónová koncepce učení [26]

cíle. Dále je nutné si uvědomit, že toto pásmo „plynutí" je ryze individuální, což je jedním z problematických aspektů při práci se skupinou žáků. [14, 25]

Jiný pohled na vhodné nastavení obtížnosti prožitkových situací, obzvláště takových, ve kterých stavíme před žáky nějaký problém, přináší tzv. zónová koncepce učení (viz obr. 1.4) [26]. Přiměřeně obtížné úkoly by měly žáka posunovat z jeho bezpečně známé zóny komfortu směrem ven do nových a neznámých situací. Nezvyklá situace vyvolává stres, který zcela mění dynamický systém osobnosti a dochází k učení. Úkolem učitele je připravit pro žáky takové situace, jejichž obtížnost umožní žákovi dostat se do oblasti motivujícího stresu (eustres), ale nepřekročit do zóny negativního, ohrožujícího stresu (distres), kde žákovi hrozí újma. Zvládnutí úkolu rozšiřuje zónu komfortu. Právě pohyb po této hraně mezi nudou a ohrožením vytváří silné emoce a ideální podmínky pro učení, můžeme ho ztotožnit se stavem plynutí. Na tomto místě je ještě vhodné poznamenat, že obtížností či nebezpečnost úkolu v předchozím textu je vztažena k tomu, jak ji subjektivně vnímá žák. Z objektivního hlediska musí být nebezpečí úrazu (fyzického i psychického) minimální.[4]

[4] Bezpečnostní komise Profesního sdružení pro zážitkové vzdělávání definovala společná podrobná pravidla, jejichž cílem je minimalizovat skutečná (objektivní) rizika při realizace kurzů (zejména těch, které probíhají v přírodě, tzv. outdoor), a to při zachování principů zážitkového vzdělávání [27].



Obrázek 1.5: Zónová koncepce učení (schéma převzato z [25])

Propojení zónové koncepce učení s celostním přístupem, resp. s teorii mnohočetných inteligencí nás vede k myšlence, že hranice jednotlivých zón mohou být i u jednoho člověka pro různé typy činností „různě daleko", což lze vyjádřit pomocí schématu na obr. 1.5. Zde se nabízí otázka, zda bychom u žáka měli posilovat a využívat jeho silné stránky (ať už se jedná o typ inteligence dle Gardnera nebo o učební styl v rámci Kolbovy teorie) nebo naopak rozvíjet méně preferované a slabší stránky.

1.3.4 Vztah učitele a žáka

Již Dewey [18] říká, že postoj vyučujícího by měl být orientován hlavně na žáka a jeho potřeby (tzv. pedocentrismus). Přesto by se nemělo jednat o situaci, kdy veškeré dění je zcela řízeno žákem a jeho potřebami. Učitel se z nositele vědění, jak je chápán ve tradiční škole, stává průvodcem či rádcem, který pomáhá účastníkovi či studentovi při jeho vlastním poznávání. Připravuje vhodné situace a materiály, pomocí nichž se žáci mohou učit, a pomáhá jim při samotném procesu učení (facilituje jejich učení).

Jinými slovy to můžeme vyjádřit také tak, že učitel je garantem metody, ne znalostí či pravdy, jak je tomu v tradičním pojetí vyučovacího procesu. Na tomto místě považuji ale za nutné poznamenat, že je ale nezbytně nutné, aby učitel znal a rozuměl vyučovanému tématu velmi do velké hloubky, protože právě hluboké porozumění a zároveň nadhled nad problematikou mu umož-

ňují předkládat vhodně vybrané problémy a situace a smysluplně je vést při vlastním zkoumání.

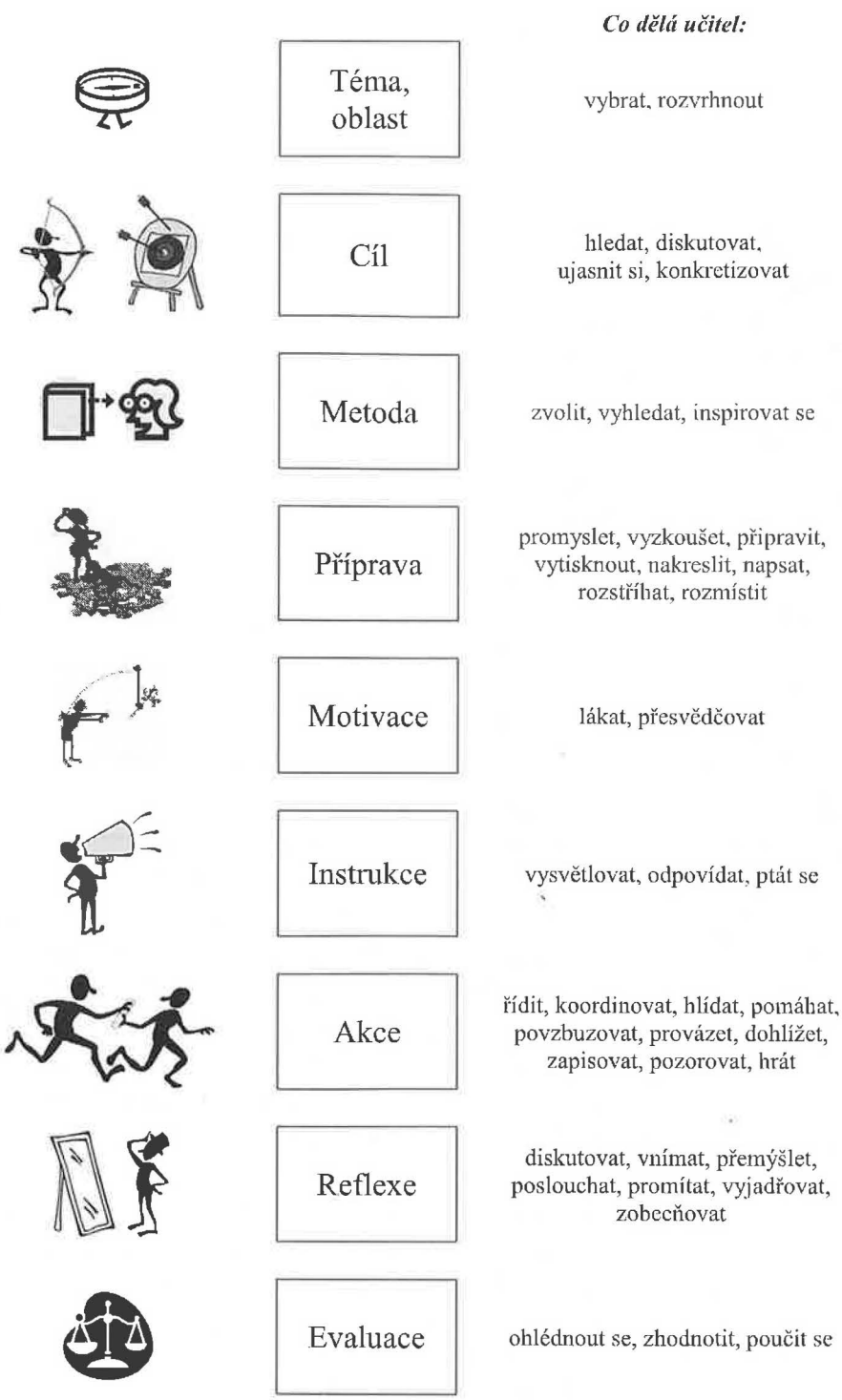
Ve skupině by se měl učitel snažit vytvořit takovou atmosféru, ve které si studenti uvědomují, že každý z nich může danou situaci vnímat jinak, volit jiný přístup a že dělat chyby je zcela normální, protože se z nich dá poučit. Obzvláště je třeba dávat pozor na to, jaké důsledky (špatná známka, posměch spolužáků, práce navíc,...) plynou z nezvládnutí úkolu, protože tyto aspekty zvyšují studentem individuálně vnímanou obtížnost úkolu a z toho plynoucí strach může zablokovat učební proces.

1.3.5 Fáze přípravy a uvádění zážitkové aktivity

Kolbův cyklus učení rozebírá jednotlivé fáze zážitkově vedené aktivity z pohledu žáka. V tomto oddíle se ale zaměříme na jednotlivé části z pohledu učitele, resp. člověka, který příslušnou aktivitu připravuje a vede. Přehledně jsou jednotlivé fáze uvedeny na obr. 1.6. Schéma vychází zejména z [14], ale bylo modifikováno a rozpracováno na základě dalších pramenů [12, 26, 28] i zkušeností získaných z kurzů vedených v rámci této práce. Podívejme se na jednotlivé fáze podrobněji.

Jak již bylo uvedeno v podkapitole 1.1, zážitkově vedená aktivita se od obvyklé volnočasové činnosti liší mimo jiné tím, že sleduje nějaký výukový nebo výchovný **cíl**. Před samotnou volbou cíle je vhodné si uvědomit, z jaké oblasti (tématu) chci cíle naplňovat, tj. jaké je základní **téma** semináře, vyučovací hodiny či jednotlivé aktivity. Cíle je třeba formulovat podrobně a konkrétně. Při hledání a konkretizování cílů zážitkové výuky se osvědčuje se zamýšlet nad tím, jak lze poznat, že daný cíl byl naplněn. To znamená například formulovat cíle spíše z hlediska změny chování než změny postoje.

Dalším krokem je výběr, případně tvorba vhodné **metody** (aktivity), která může naplnit požadované cíle. Na rozdíl od [14] vyčleňuji vlastní **přípravu** jako samostatnou fázi, která zahrnuje přípravu pomůcek, ale také přesnou formulaci pravidel, výběr vhodného místa a doby pro uskutečnění. Zmiňme zde ještě jednu z hlavních zásad přípravy zážitkových aktivit, která se uplatňuje zejména u náročnějších fyzických činností, ale které má smysl se držet i u jednoduchých aktivit odehrávajících se ve školní třídě. Toto pravidlo říká, že učitel (vedoucí) by měl mít všechny činnosti pečlivě předem nejenom rozmyšleny, ale také vyzkoušeny, a to nejlépe „na vlastní kůži", aby věděl, co budou v průběhu akce žáci/účastníci prožívat.



Obrázek 1.6: Fáze uvádění zážitkové aktivity z hlediska učitele. Jedná se o část metodického materiálu pro účastníky semináře „Ochutnávka zážitkové pedagogiky" vedeného autorkou práce v roce 2005.

Před vlastní akcí je třeba účastníky pro danou činnost vhodně **motivovat**. Motivovat můžeme různým způsobem [14], např:

- odměnou,
- humorem, recesí,
- atmosférou, čistým nadšením („zápalem") lektora,
- navozením atmosféry příběhem, scénkou, čtením, promítnutím filmu, hudbou,
- výzvou, možností získat zkušenost,
- postavením účastníků do role,
- podílem na přípravě,

ale i mnoha dalšími způsoby.

Ve chvíli, kdy jsou žáci dostatečně motivováni zúčastnit se aktivity s plným nasazením (jedna z podmínek efektivního zážitkového učení), je třeba jim vysvětlit pravidla (fáze **instrukce**). Před vlastními pravidly může být ještě zařazena tzv. metainstrukce, která se týká organizace vlastního vysvětlování, např.: „Pravidla jsou komplikovanější, doporučujeme vám dělat si v průběhu poznámky."; „Budete ještě potřebovat tyto pomůcky, přineste si je teď." nebo „Na otázky bude vyhrazen čas po vysvětlení celé aktivity." apod.

Vlastní instrukce by měly zahrnovat dobu trvání aktivity, rozdělení do skupin a cíl hry z hlediska žáků (výhra/splnění úkolu/souboj s časem/užít si to/... – pozor nejedná se o výchovné či vzdělávací cíle z první fáze[5]). Instrukce dále zahrnují jednotlivá pravidla, tresty za jejich porušení, signály, povolené pomůcky atd. Pravidla by měla být vysvětlena co nejjasněji, je třeba dbát na jejich logickou strukturu, na vhodných místech používat náčrtky, schémata, poznámky na tabuli/papír, u složitějších her doporučujeme pravidla pečlivě sepsat, starším žákům lze tištěná pravidla rozdat předem. Také je třeba si předem rozmyslet, co účastníkům není vhodné prozrazovat dopředu. Důležité věci se vyplatí několikrát zopakovat a velmi užitečným se také ukazuje požádat přímo účastníky o shrnutí nebo jim klást otázky, abychom se přesvědčili, že pravidla byla vyložena správně. Poznamenejme ještě, že všechna pravidla nemusí být známá předem, mohou se například objevovat postupně při hře. Je třeba si ale dát pozor, aby to žáci nevnímali jako podvod ze strany učitele (lze je upozornit předem, že se pravidla změní či se objeví nová).

[5] V rámci instrukce je možné žákům sdělit i cíl či zaměření aktivity. Jedná se o tzv. zcitlivění („front-loading"), zaměření pozornosti. Lze použít formulace jako: V této aktivitě budete mít možnost si vyzkoušet ..., V následující hře budete používat ..., snažte se sledovat, jak vám to jde.

Po vysvětlení pravidel nastává vlastní **akce**. V této fázi by již těžiště aktivity mělo být zcela na žácích a učitel by měl pouze dohlížet na dodržování pravidel, pomáhat řešit nenadálé situace, ale hlavně velmi pečlivě vnímat celé dění, aby mohl zasáhnout v případě, že by se aktivita vyvíjela nežádoucím směrem. To neznamená, že by se měl za každou cenu snažit, aby se aktivita vyvíjela přesně podle jeho představ. Je samozřejmé, že musí zasáhnout v případech, pokud by docházelo k ohrožení bezpečnosti žáků. Pokud ale žáci reagují na předložené podněty jinak než očekával, měl by zvážit, jestli dochází k odchýlení od vytyčeného cíle a v případě, že ano, zda je vhodnější žáky směřovat tak, aby byl cíl naplněn, nebo vědomě daný cíl opustit a nahradit ho cílem, který vyplývá z aktuální činnosti žáků. Obecně lze říci, že větší míra ovlivňování učitelem se objevuje spíše v pedagogickém pojetí a menší míra v psychologickém (terapeutickém) pojetí zážitkového učení. Učitel by také měl pečlivým pozorováním „sbírat materiál" pro reflexi (dělat si poznámky či pořizovat nahrávku).

Pro fázi, ve které dochází k **reflexivnímu ohlédnutí**, se používá mnoho označení – reflexe, review, zpětná vazba, rozbor, debriefing, processing. Jak již bylo uvedeno, hlavním cílem této fáze je dát žákům možnost se „zastavit a zamyslet se nad svými činy", vyvodit z nich nějaké závěry či doporučení pro budoucnost. Jedná se o fázi velmi náročnou na dovednosti učitele. Pro přípravu i vedení této části aktivity lze dát následující doporučení:

- promyslet a připravit si otázky i způsob strukturování pečlivě předem
- otázky by měly vybízet k delším odpovědím než k pouhému přitakání (otevřené otázky, otázky typu Co? Jak? Kde? Kdy? Kdy? Proč asi?), neměly by být návodné (tj. podsouvat očekávanou odpověď)
- reflexe by měla být vhodně zařazena do programu
- je třeba zajistit vhodné klidné prostředí
- předem stanovit pravidla diskuze, připomínat jejich dodržování
- moderovat diskuzi tak, aby dostali slovo i méně průbojní účastníci
- udržet diskuzi na věcné rovině, zabránit osobním útokům
- začít od aktuálních pocitů z aktivity, dále popsat její průběh a na závěr ji zhodnotit, zobecnit a formulovat doporučení pro budoucnost

Asi nejčastější používaným průběhem reflexe je moderovaná diskuze celé skupiny. Metod, jak dovést žáky k reflexi aktivity, je ale mnohem více, uveďme alespoň několik příkladů (výběr různých metod uvedených v [26]):

- „teploměry", škály a další rychlé diagnostické metody (žáci ukáží rukou, na prstech, stoupnou si na dané místo, podle toho jak viděli své působení v aktivitě apod.)

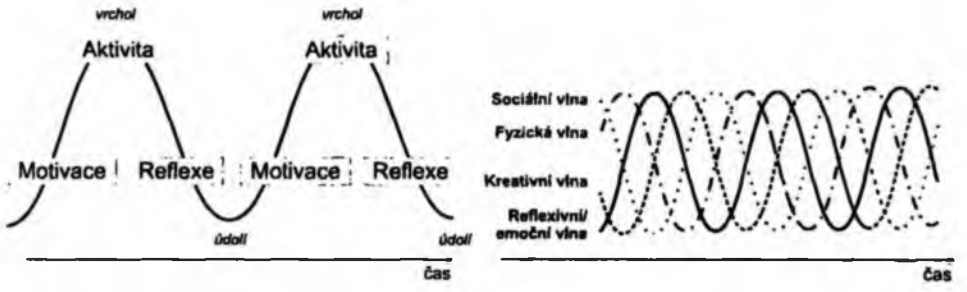
- diskuze ve velké skupině – otevřené fórum (asi nejčastější metoda), kladení otázek učitelem, „kolečko" odpovědí (lze chtít vyjádření pouze jedním slovem/větou nebo dát prostor delším komentářům)
- diskuze v menších skupinkách (3-4 osob)
- rozhovor ve dvojici (osobnější a bezpečnější, více času na každého)
- písemné doplňování textu, začátků vět (pracovní listy)
- psaní deníků – volné psaní, psaní na zadané téma, odpovědi dané otázky (je třeba žákům sdělit předem, zda se texty budou zveřejňovat a v jaké míře)
- osamění – dát čas na zpracování zážitků
- rozbor videonahrávky
- využití poznámek a postřehů pozorovatelů
- různé strukturované diskuze, např. „diskuze v akváriu" – polovina lidí sedí ve vnitřním kruhu a diskutuje o aktivitě/problému/tématu a druhá polovina sedí ve vnějším kruhu a tiše pozoruje, potom se vymění a pozorovatelé diskutují o diskuzi, kterou viděli, potom se opět vymění, aby se první část mohla vyjádřit ke slyšenému, na závěr lze otevřít diskuzi se všemi
- výtvarné techniky – kreslení/malování/modelování... svého působení v aktivitě, svých pocity,...

Uveďme ještě, že v žádném případě nelze považovat za reflexi poučování účastníků a udílení rad (na důležité věci by si měli účastnicí přijít sami), resp. situaci, kdy lektoři vysvětlí, o čem hra vlastně byla nebo obhajují, jak hra byla skvělá a účastníci ji nepochopili. Všech těchto věcí je vhodné se vyvarovat.

Poslední fází uvádění zážitkové aktivity je tzv. **evaluace**. Po skončení veškeré činnosti by se měl „reflektivně ohlédnout" za svojí prací i sám učitel a zhodnotit, zda a případně jak dobře se mu podařilo naplnit vytčené cíle. Je také možné na základě výsledků skončené aktivity začít stanovovat cíle pro další výuku/výchovu. Tím se vlastně vracíme zpět na začátek celého schématu, které by se v tomto smyslu dalo chápat jako cyklus. Také tato fáze slouží k tomu, aby i sám učitel reflektoval svoji práci a vyvodil si pro sebe nějaká doporučení vedoucí ke zlepšení v budoucnosti.

1.3.6 Dramaturgie

Dramaturgie, termín z divadelního a filmového prostředí, se v kontextu zážikové pedagogiky používá ve smyslu metody výběru a uspořádání aktivit tak, aby dosáhly maximálního pedagogického efektu [16]. Její důležitost se



Obrázek 1.7: Model dobrodružné vlny (vlevo), dramaturgické vlny (vpravo) – takto symetrické posunutí jednotlivých vln je pouze teoretické, na skutečném kurzu jsou jednotlivé vrcholy různě vysoké, zůstávají ale vůči sobě posunuty, převzato z [16]

projeví zejména při tvorbě a vedení vícedenních akcí nebo plánování dlouhodobějšího učebního procesu. Klíčovou roli zde hraje určení cílů, kterých má být dosaženo.

V efektivně vedeném zážitkovém programu je program sestaven tak, že se jeho průběh podobá vlně (viz obr. 1.7 vlevo), ve které se střídá aktivita a vzrušení s klidnějšími periodami. Ve skutečnosti je třeba při sestavování kurzu vést v patrnosti několik různých typů vln = rovin kurzu (sociální, fyzickou, kreativní, reflexivní), které mají své vlastní vrcholy a údolí, vzájemně se proplétají a kurz by měl být navržen tak, aby se udržovala rovnováha mezi jednotlivými typy výzev (viz obr. 1.7 vpravo).

Při plánování kurzu je nutné přihlédnout k vnějším podmínkám (objekt, okolí, roční a denní doba, počtu a věk účastníků), ale také k míře zkušenosti účastníků s podobnými programy a jejich očekáváním. V [28] nalezneme sedm zásad, které se doporučuje dodržet:

- program by měl sledovat přirozený vývoj skupiny a mít návaznost = *zásada posloupnosti*
- střídání aktivit různých druhů (pohybové, myšlenkové, tvořivé, debatní,...) vytváří více příležitostí pro učení = *zásada pestrosti*
- obtížnost aktivit by měla postupně stoupat a směřovat k vyvrcholení, své vyvrcholení by měla mít každá rovina kurzu (fyzická, sociální, emocionální,...) = *zásada gradace*
- využití kontrastu, který může pomoci vnímat rozdíly = *zásada kontrastu*

- dát čas na vstřebání jednotlivých částí programu, pohyb a klid by měly být v rovnováze vzhledem k potřebám účastníků = *zásada vyváženosti a přiměřenosti*

- chyby a nedokonalosti jsou stimulem k učení, ale mohou se stát i demotivujícími, je třeba ukazovat spíše to, na čem je možno stavět, v rámci akce by ale účastníci měli mít možnost zažít pocit zlepšení, úspěchu = *zásada pozitivní bilance*

- cíle a program celého kurzu musí být předem pečlivě promyšleny a připraveny, ale přednost před naplánovaným programem má vždy aktuální dění ve skupině = *problém má přednost*

1.3.7 Charakteristiky zážitkového vzdělávání

Na závěr této podkapitoly uveďme ještě přehled hlavních charakteristik zážitkového vzdělávání. Přehled byl zpracován zejména na základě publikace J. Lucknera a R. Nadlera [26] a Asociace zážitkové pedagogiky [13]. Uvedené rysy jsou dány jak historickými a filozofickými kořeny, tak výše zmíněnými teoretickými principy. Jedná se ale o charakteristiky formulované na základě praktického použití zážitkového vzdělávání.

Jednotlivé položky nejsou srovnány podle důležitosti, protože jednak není možné je nějak porovnávat, jednak již samotní autoři těchto charakteristik uvádějí, že v různých pojetích je kladem větší důraz na různé vybrané aspekty. Rozdělme je na dvě skupiny:

1) *zásady, o jejichž naplnění by se měl učitel snažit, protože jsou považovány za důležité pro to, aby mohlo dojít k učení na základě zážitku*:

- Učení na základě zážitku nastává ve chvíli, kdy je pečlivě zvolený prožitek podpořen reflexí, kritickou analýzou a syntézou zážitků.

- Zážitky jsou strukturovány tak, aby po žákovi požadovaly aktivní přístup, rozhodování a zodpovědnost za výsledek. Žák je v procesu učení spíše aktivním účastníkem než pozorovatelem.

- Během učebního procesu žák aktivně klade otázky, zkoumá, experimentuje, je zvědavý, řeší problémy, přijímá zodpovědnost, je tvořivý a hledá významy.

- Žáci se zapojují intelektuálně, emocionálně, sociálně, duševně a/nebo fyzicky, čímž vzniká pocit autentičnosti učební situace.

- Učení musí mít pro žáky vztah jak k přítomnosti, tak k budoucnosti a ke společnosti, do které patří.
- Role učitele zahrnuje v první řadě vytvoření vhodných zážitkových situací a problémů, nastavení hranic, pomoc žákům, zajištění fyzické i emocionální bezpečnosti a podporu procesu učení.
- Vytvořené příležitosti k učení zahrnují možnost učit se z přirozených důsledků činností, chyb a úspěchů.
- Pro žáky a učitele jsou učební příležitosti připraveny tak, aby si v nich mohli najít vlastní hodnoty.
- Učitel používá různorodý (vícedisciplinární) přístup ke zkoumání problémů z reálného života.
- Učitel rozpozná a podporuje spontánně vzniklé příležitosti k učení.
- Učitel se snaží si uvědomovat svoji zaujatost, předsudky, názory, a to, jak ovlivňují žáky.

2) *charakteristiky zážitkového učení a jeho výsledků*:

- Žáci zvyšují svoje uvědomění si toho, jak osobní hodnoty ovlivňují jejich vnímání a volbu jednání.
- Žáci mají možnost poznat, jak mohou různé faktory (institucionální, sociální, kulturní apod.) způsobit, že se lidé chovají odlišně od svých osobních a profesionálních záměrů.
- Výsledky učení jsou osobní a tvoří základ pro budoucí zážitky a další učení.
- Jsou pěstovány vztahy žáka k sobě, k ostatním a ke světu.
- Učitel i žák mohou zažít úspěch, selhání, dobrodružství, riziko a nejistotu, protože výsledek zážitkové situace nemůže být zcela předvídán.

1.4 Zábavné nerovná se zážitkové

Mezi zážitkové fyzikální aktivity jsou často zařazovány i takové aktivity, které jsou zábavné, nevšední, překvapující a ve kterých se „fyzika opravdu stává zážitkem". Vývojem takovýchto aktivit se zabývají různé skupiny lidí, jmenujme alespoň slovenskou nadaci Schola Ludus [29], která se snaží přibližovat fyziku dětem a mládeži formou zajímavých experimentů a různých her. Ve světě vznikají „Experimentária" či „Hands-on" centra, ve kterých se návštěvníci pomocí interaktivních exponátů dozvídají nové věci nebo mohou přímo provádět pokusy z různých oblastí přírodních věd. Podobné expozice vznikají i v naší republice, jmenujme například Interaktivní centrum poznávání iQpark nadace Škola hrou v Liberci [30] nebo vědeckou hernu, „Experimentárium" při Technickém muzeu v Brně [31].

Tyto činnosti dokážou studenty velmi zaujmout a motivovat pro další učení. Ale pokud postrádají cílené zpracování, sdílení a zakotvení zážitků do jejich širších souvislostí a jejich cílem jsou pouze konkrétní prožitky, nelze je řadit k zážitkovým aktivitám (viz odlišení volnočasových a zážitkových aktivit v úvodní části této kapitoly). Na druhou stranu lze často velmi jednoduše a přirozeně zábavné aktivní činnosti obohatit o uvedené „reflektivní ohlédnutí" a učinit z nich plnohodnotné zážitkové aktivity, např. během návštěvy interaktivního centra mají žáci splnit předem dané úkoly, které později ve škole společně diskutují.

Ale ani myšlenka využití zážitkových aktivit ve výuce fyziky není v naší republice úplně nová. Nalezneme ji skrytou např. v základech projektu Heuréka, který sdružuje skupinu učitelů fyziky z různých typů škol, jejichž cílem je učit fyziku *ne sdělováním „moudra"* (faktů, definic, vzorců,...), ale tak, aby na řadu věcí dokázali žáci a studenti přijít *vlastníma rukama a hlavou* [32] nebo v některých příspěvcích konference Veletrh nápadů učitelů fyziky (např. [33, 34] a další).

1.5 Možnosti využití zážitkové pedagogiky ve výuce fyziky

Jak již bylo napsáno výše, metody zážitkové pedagogiky vznikaly hlavně pro potřeby rozvoje osobnostních a sociálních dovedností jako je schopnost komunikace, týmové spolupráce, zodpovědnosti apod. V rámci této práce se snažím ukázat, že tento pedagogický směr lze využít či se jím alespoň inspirovat při výuce fyziky. Použila jsem dva odlišné přístupy. První z nich zkoumá

možnosti využití aktivit běžně používaných pro „obvyklé" cíle zážitkové pedagogiky jako podpůrného prostředku v rámci akcí s fyzikálním zaměřením. Druhý směr se zaměřil na využití těchto principů při vlastní výuce fyziky.

Využití zážitkové pedagogiky jako podpůrného prostředku při fyzikálním vzdělávání

Využití zážitkové pedagogiky při fyzikálním vzdělávání se opírá o bohaté zkušenosti s použitím této metodiky v oblasti osobnostní a sociální výchovy. Asi nelze než souhlasit s tvrzením, že ve třídě nebo skupině studentů, kde si její jednotliví členové vzájemně rozumí, důvěřují a umějí spolupracovat, se bude žákům učit i učiteli vyučovat mnohem lépe, a to bez ohledu na to, o jaký předmět se jedná nebo jakou zvolí konkrétní metodu výuky.

Z uvedených důvodů využíváme poznatků zážitkové pedagogiky již několik let při organizaci *Soustředění mladých fyziků a matematiků* a *Jarního soustředění pro budoucí učitele fyziky*. Získané zkušenosti jsou podrobně zpracovány ve 3. kapitole této práce.

Protože využití těchto aktivit není omezeno pouze na vícedenní a mimoškolní akce, ale lze je použít i ve škole, jak při speciálních příležitostech jako jsou různé adaptační či sportovní kurzy nebo školní výlety, tak i ve vyučovacích hodinách, seznamovala jsem s principy zážitkové pedagogiky a možnostmi jejího uplatnění (jak jako podpůrného prostředku, tak přímo v běžné výuce) zájemce z řad učitelů z praxe na metodicky zaměřených seminářích. Cíle, příprava, průběh i výsledky těchto seminářů jsou popsány v kapitole 2.

Využití zážitkové pedagogiky přímo ve výuce fyziky

Za nejdůležitější princip, který lze do výuky fyziky převzít, považuji to, že zážitková pedagogika požaduje, aby vlastní konkrétní zážitek (zkušenost) vždy předcházel před „výkladem teorie". A dalším významným momentem je, že vlastní činnost žáků by měla vždy vyústit do reflexivní fáze, ve které dochází k pojmenování a zvnitřnění zážitků i tvorbě zobecňujících tvrzení, a v této fázi by těžiště aktivity mělo ležet na žákovi. Z výše uvedeného je velmi jasně patrné, že aplikace uvedených principů zážitkové pedagogiky ve fyzice bude mít velmi blízko k některým rozšířeným přístupům k výuce fyziky. Například důraz na vlastní experimentování žáků je typický pro učení objevováním – zde ale je často žák brán jako nepopsaný list a nezohledňují se jeho předchozí zkušenosti. Postupné vytváření (budování) jednotlivých pojmů samotnými žáky je základem rozšířeného konstruktivistického přístupu k výuce přírodních věd.

Kolbova teorie zážitkového učení založeného na zážitcích, zejména cyklu učení a na něj navázané učební styly (viz oddíl 1.3.1), byla použita při koncipování kurzů fyziky. Uveďme nejprve, že studie zaměřená na preferované učební styly (dle Honeyho a Mumforda s využitím dotazníku, který vytvořili) [35] ukazuje, že učitelé fyziky, ale i některých dalších přírodovědných předmětů jsou nejčastěji „přemítavci" a „teoretici". Tato studie ukázala i obecněji, že existuje silná korelace mezi upřednostňovaným učebním stylem a předmětem, který učitel vyučuje, nezabývala se ale tím, zda učební styl vyučujícího ovlivňuje jeho výběr vyučovacích metod.

Základní poselství teorií různých učebních stylů (tedy nejenom Kolbova přístupu) pro učitele je, že by měl ve svých hodinách používat různé metody. Na univerzitě v Purdue (USA) [36] koncipovali úvodní matematický kurz pro studenty technických oborů tak, aby se v jeho různých částech mohly uplatnit všechny styly učení, které Kolb rozeznával. Kurz obsahoval:

- pravidelné přednášky, ze kterých mohli těžit studenti asimilujícího typu, jimž vyhovuje vyučující jako expert, který přináší informace, na jejichž základě si mohou tvořit závěry
- pravidelné individuální konzultace studenta s lektorem o dosažených úspěších i problémech, tato osobní interakce byla přínosná hlavně pro studenty divergentního typu, protože vyučující je mohl vhodně motivovat a ukazovat jim, jak probíraná látka zapadá do širších souvislostí daného oboru
- opakování testů absolvovaných s nízkým hodnocením za pomoci tutora (např. úspěšnějšího studenta), což mělo původně být motivující pro studenty divergentního typu, ale ukázalo se, že interakce s tutorem je prospěšná i pro studenty konvergentního typu, pro něž by vyučující měl být „koučem" poskytujícím zpětnou vazbu a umožňovat studentovi převzít aktivní roli v procesu učení
- samostatné řešení problémových úloh a setkání menších skupin bylo užitečné zejména pro studenty akomodujícího typu

Na základě výsledků tohoto kurzu autoři dospěli k přesvědčení, že individuální učební styly hrají rozhodující roli v procesu učení, ale také že použití nástroje pro jejich určení a seznámení studentů s příslušnou teorií, čímž celý kurz začínal, významně zlepšuje úspěšnost celého procesu [36]. Kolbova teorie učení byla použita při koncipování i dalších kurzů fyziky, a to jak experimentálně zaměřených [37], tak i kurzů využívajících virtuální realitu [38].

V naší republice není využití teorie zážitkového učení ve fyzice příliš teoreticky postiženo, a proto jsem se v této práci zaměřila na vývoj vhodných aktivit a jejich ověření v praxi. Kromě využití Kolbova cyklu učení jsem se snažila těžit i z dalších principů zážitkové pedagogiky – zakotvení ve vlastní činnosti žáků, využívání podnětů z reálného života žáků, umožnění individualizované obtížnosti úkolů, rozmanitosti přístupů, apod.

Vytipované a vytvořené aktivity jsou ze dvou odlišných oblastí. První z nich se týká využití denního tisku ve výuce fyziky (viz kapitola 4), kde jsem se kromě principů zážitkové pedagogiky při vytipování a vývoji vhodných aktivit zaměřila také na možnosti, které přináší noviny jako materiál ze skutečného (tj. „neškolního") světa.

Pro ověření, že principy zážitkové pedagogiky se opravdu mohou ve výuce fyziky uplatnit, jsem se rozhodla zvolit jeden tematický celek a vytvořit větší počet vhodných aktivit, které by ukázaly, že uvedené principy jsou vhodné pro širší použití a nikoli jen pro ojedinělé, k tomuto účelu vhodné pojmy. Na druhou stranu nebylo cílem vytvořenými aktivitami pokrýt bezezbytku celé zvolené téma. Vytvořené aktivity by měly být vhodné do zcela běžných vyučovacích hodin, kde by mohly nahradit nebo obohatit obvykle používané výkladové metody.

Zvoleným tematickým celkem se stala fyzika mikrosvěta. Prvním důvodem této volby je skutečnost, že mi je tato oblast odborně blízká. Druhý argument pro tento výběr spočíval v tom, že v porovnání s jinými „klasičtějšími" tématy existuje pro fyziku mikrosvěta mnohem méně námětů pro výuku, které by obsahovaly aktivizující prvky.

Z tohoto poměrně širokého tématu jsem si zvolila tři dílčí oblasti. První oblastí se díky nabídce společnosti ČEZ, a. s., publikovat vytvořené aktivity a zdarma je distribuovat učitelům, stala jaderná fyzika na úrovni základní a střední školy (viz podkapitola 5.4). Dále na základě žádosti učitelů z projektu Heuréka jsem se zaměřila na úvodní partie kvantové fyziky probírané na střední škole (viz podkapitola 5.5). Poslední oblastí se stalo téma orbitalů v atomu vodíku zpracované pro základní vysokoškolský kurz v rámci projektu Orbitaly (viz podkapitola 5.6).

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Knihovna

Kapitola 2

Metodické semináře zážitkové pedagogiky pro učitele

Jedním z konkrétních výstupů této disertační práce byly tři metodicky zaměřené víkendové semináře o zážitkové pedagogice a jejím uplatnění, které jsem spolu s dalšími spolupracovníky připravila a vedla v letech 2005 – 2007. Tyto semináře byly vedeny dle principů zážitkové pedagogiky, popsaných v úvodní části této práce, a sloužily jak k ověření těchto principů v praxi, tak k jejich představení zájemcům z řad učitelů fyziky.

2.1 Vznik a zaměření seminářů

První víkendový zážitkový seminář byl ve skutečnosti pořádán Katedrou didaktiky fyziky MFF UK pro studenty učitelství fyziky a učitele z praxe v Kanině již v listopadu 2001. Tento seminář vedla RNDr. Irena Koudelková, já jsem se ho účastnila v lektorské pozici a jednalo se o předstupeň, na který velmi volně navázaly semináře připravované v rámci této práce, s hlubšími znalostmi teoretického rámce zážitkové pedagogiky a výraznější orientací na metodiku.

Uvedený seminář byl zaměřen převážně na vlastní prožití zážitkových aktivit a vrcholem jeho programu byla možnost slanění ze skály. V průběhu vlastního semináře nebyly zařazeny do programu bloky věnované metodice vedení zážitkových programů. Metodickou rovinu celého semináře představovalo krátké setkání účastníků asi měsíc po semináři a podrobně vypracovaný program semináře s metodickými poznámkami [39].

První metodický seminář konaný v rámci této práce proběhl v květnu 2005. Seminář vznikl na základě zájmu učitelů dozvědět se o zážitkové pedagogice více a nesl název *Ochutnávka zážitkové pedagogiky.* Byl určen zejména učitelům fyziky a studentům tohoto oboru, kteří se zapojili do projektu Heuréka [32]. Vzhledem k zájmu účastníků o pokračování tohoto semináře se stal takto zaměřený víkendový kurz součástí nabídky projektu Heuréka i v následujících dvou letech.

Program i samotný průběh uvedených seminářů se opíral o teoretický rámec zážitkové pedagogiky. To znamená, že účastníci nejprve prožili nějakou konkrétní aktivitu včetně její reflexe (vedené naprosto stejně jako by se jí účastnili žáci, pouze s přihlédnutím k věku a zkušenostem účastníků kurzů). Teprve po této vlastní konkrétní zkušenosti byl dán prostor metodické rovině celého kurzu, kterou představovaly krátké teoretické bloky a diskuze o teoretických principech zážitkové pedagogiky a metodách, které používá, ale také o přípravě a technikách vedení programu a problémech, na něž lze při uvádění zážitkových aktivit narazit, a způsobech jejich řešení.

V rámci těchto teoretických a metodických částí účastníci dostávali písemné materiály k danému tématu, které většinou shrnovaly diskutovanou teorii nebo nabízely pohled nějakého konkrétního odborníka na danou problematiku. Tyto materiály byly účastníkům poskytnuty většinou ale až v závěru příslušného bloku programu, tedy poté co proběhla aktivita i diskuze příslušných partií. Běžně se tedy stávalo, že příslušné teoretické poznatky si účastníci odvodili na základě svých autentických zkušeností. Názor odborníka potom posloužil jako obohacení/rozšíření pohledu na věc či vnesl zřetelnější strukturu do získaných poznatků.

Principy zážitkové pedagogiky jsou podrobně popsány v literatuře a jistě by bylo možné seznámit s nimi účastníky semináře např. formou přednášky. Z osobní zkušenosti ale mohu říci, že dokud si člověk uplatňování těchto zásad nezažije „na vlastní kůži", jen obtížně si udělá představu, jak je aplikovat, ale hlavně co jejich použití přináší žákům. Domnívám se tedy, že tímto způsobem také dojde k lepšímu pochopení celých základů a uchopení této metody.

Lidé se velmi dobře učí napodobováním jiných lidí, se kterými se setkali. Na fakt, že toto funguje i ve vzdělávání učitelů, upozorňuje ve své knize Tonucci [40]. Budu-li parafrázovat jeho myšlenku, že nelze vyučovat budoucí učitele metodami, o kterých tvrdíme, že jsou nevhodné, do kontextu této práce, tak přednáškou byť např. o zážitkové pedagogice nebo o jiné alternativní metodě výuky, by se účastník semináře učil především jak přednášet.

Také je velmi obvyklé, že člověk, který chce začít uplatňovat metody zážitkové pedagogiky ve své praxi, musí nejprve pozměnit svůj postoj k žákům

i k výuce. Rovněž se ukazuje, že je nezbytně nutné, aby si každý našel svůj vlastní přístup, svůj způsob realizace obecných teoretických principů, a to takový, který nejlépe odpovídá jeho osobnosti. Během seminářů byly proto veškeré myšlenky (včetně teoretických základů) předkládány účastníkům jako jiný pohled na způsob vedení výuky a přístupu k žákům, jako pohled, který může vést k zamyšlení či být zdrojem inspirace, ale bylo ponecháno na každém účastníkovi, co si z toho vybere a zda některé prvky zkusí aplikovat ve svojí výuce. Velký důraz byl také kladen na různorodost pohledů jednotlivých účastníků, která se také stávala zdrojem obohacení a inspirace.

Všechny uvedené aspekty vedly k volbě zážitkové formy celkového vedení seminářů. Lze tedy říci, že snahou bylo, aby se v rámci těchto seminářů učitelé seznamovali s principy zážitkové pedagogiky co možná nejvíce „zážitkově", tj. podle zásad zážitkové pedagogiky. Zvolená forma vedení semináře umožňovala naplnění jak obsahových cílů seminářů, tak zohlednění popsaných specifických vlastností zážitkového přístupu. Kromě toho také umožnila účastníkům přímo „zažít" funkčnost celé metody, tedy fungovala jako jakési „praktické ověření" (což pro přírodovědně a technicky zaměřené účastníky bylo poměrně důležité). A v neposlední řadě tyto semináře poskytly možnost ověřovat a rozvíjet používání těchto principů i mně jako lektorovi.

Důležitým faktem, který také ovlivnil průběh všech těchto seminářů, bylo, že účastníky byli převážně učitelé zapojení do projektu Heuréka. Základní myšlenky přístupu k výuce fyziky dle metodiky projektu Heuréka jsou poměrně blízké k principům zážitkové pedagogiky. Je zde také kladen velký důraz na činnost žáka, který nemá být pasivním příjemcem poznatků sdělovaných vyučujícím, ale měl by je sám objevovat a aktivně s nimi pracovat.

Z tradice semináře v Kanině zůstalo zpracování podrobného písemného materiálu pro účastníky po skončení semináře. Tyto tzv. „závěrečné zprávy" ([41]–[43]) zachycují nejenom program semináře, jeho cíle, ale i důležité myšlenky a nápady účastníků z jednotlivých diskuzí. Účastníci je oceňovali velmi kladně a dle jejich slov se *„stávaly nejenom připomínkou prožitého programu, ale také zdrojem inspirace pro další práci"*. Závěrečná zpráva se semináře konaného v roce 2006 [42] je jako ukázka těchto materiálů uvedena v příloze A této práce.

2.2 Přehled jednotlivých seminářů

V této kapitole naleznete stručný přehled cílů, programů a zhodnocení všech tří uskutečněných seminářů. Detailní informace lze nalézt v již zmíněných závěrečných zprávách ([41]–[43]).

Na všech třech seminářích jsem zastávala pozici hlavního lektora. Na přípravě a vedení programu všech tří seminářů se dále podílela Veronika Nohavová (studentka FF UK) a na prvních dvou seminářích také Jakub Zvěřina (student PedF UK).

Ve všech třech případech se jednalo o víkendový seminář začínající v páteční podvečer a končící v neděli v poledne. Seminář se konal na základně turistického oddílu Přátelé borovic v Malé Hraštici u Dobříše. Základna poskytovala jednu společnou místnost, kde probíhal večerní program. Část účastníků bydlela v několika menších místnostech základny a část ve vlastních stanech. Zdrojem pitné vody zde byla pumpa uprostřed louky. O společné jídlo se staraly dvě studentky, které se také částečně účastnily programu. Ubytování i zázemí semináře bylo tedy spíše „spartánské", ale na druhou stranu se seminář konal uprostřed krásné přírody.

Někteří učitelé se zúčastnili všech tří seminářů, ale na každém z nich byla asi polovina účastníků nových. Tomuto aspektu bylo také nutné přizpůsobit program, zejména teoretické vstupy, aby byly pro nové účastníky srozumitelné a pro absolventy předchozích seminářů přesto v něčem nové a inspirativní.

Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky

V květnu 2005 se uskutečnil první seminář, kterého se zúčastnilo 12 učitelů (od začínajících po učitele s třicetiletou praxí). Tento seminář byl zaměřen výhradně na zážitkovou pedagogiku a neměl žádné další téma. Hlavním cílem semináře bylo, aby si účastníci sami vyzkoušeli (prožili) několik konkrétních aktivit a na základě této zkušenosti se seznámili s vybranými metodami přípravy a vedení zážitkových aktivit, ale také se základními principy, ze kterých zážitkový přístup vychází.

Program pátečního večera byl sestaven z drobnějších aktivit a byl věnován vzájemnému představení, seznámení se s připraveným programem a s tzv. „pravidly soužití", ale také vytvoření příjemné a bezpečné atmosféry mezi účastníky.

V sobotu dopoledne jsme se po dvou drobnějších hříčkách, které naladily účastníky na další program, ještě krátce vrátili v rámci review k pátečnímu programu. Potom následovala aktivita, ve které si mohli účastnící vyzkoušet různé role ve skupině (týmu) a v následné reflexi jsme diskutovali o rolích, které může člověk zastávat, jejich silných a slabých stránkách (teoretický rámec tvořilo členění M. Belbina [44]). Před obědem následovala ještě klidnější část nazvaná „Moje přírodní já", kdy si každý našel v okolí nějakou věc, která ho něčím oslovila, a představil ji ostatním.

Na sobotní odpoledne byla připravena velká strategická hra s názvem Civilizace. Cílem hráčů, rozdělených na tři týmy, bylo vytvořit co nejlépe prosperující civilizaci tím, že postupně obsazovali jednotlivá území, na kterých „pěstovali plodiny", „stavěli hospodářské budovy" a „chovali hospodářská zvířata" (vše představovaly barevné kartičky). Přitom se také mohli „vzdělávat" (plnit doplňkové úkoly) a získávat různé „kvalifikace a akademické hodnosti", což jim přinášelo výhody v jejich „hospodářství". Celá hra trvala přibližně tři hodiny a po ní proběhla více než hodinová reflexe, která se nejprve zaměřila na dojmy hráčů ze hry a na strategie jednotlivých týmů a postupně se stočila na techniky přípravy a uvádění her. Tato poměrně komplikovaná hra se stala odrazovým můstkem k teoreticko-metodickému bloku o jednotlivých fázích uvádění zážitkové aktivity. Pro některé z účastníků bylo překvapivé, že je doporučováno začít stanovením konkrétního cíle, který chceme danou aktivitou či hrou naplnit, a z jeho hlediska pak konkrétní hru vytvořit nebo vyhledat.

Teoretické poznatky si vzápětí účastníci měli možnost vyzkoušet prakticky. Jejich úkolem bylo vymyslet a připravit krátkou hru (na cca 10 minut), jež naplní zadaný cíl[1]. Vytvořené hry jsme si poté pod vedením příslušné skupinky účastníků zahráli. Po každé hře se udělalo krátké review, ve kterém se hovořilo o strategiích řešení a o pocitech, které v účastnících hra vyvolávala. Kromě hráčů dostali prostor i autoři hry, jejichž úkolem bylo pojmenovat, co se podařilo podle jejich představ a co by asi příště změnili. Na závěr tohoto bloku programu několik lidí konstatovalo, že je trošku překvapilo, že byli sami schopni vymyslet, sice krátkou, ale originální hru a že tedy nemusí spoléhat pouze na knihy či inspiraci od kolegů.

Následoval brainstorming, při kterém bylo úkolem účastníků navrhnout různé metody dělení hráčů do skupin. Program tohoto dne ukončilo závěrečné ohlédnutí za celým dnem, kdy každý mohl říci, co bylo během dne pro něj významné a co by si chtěl z tohoto dne zapamatovat.

Nedělní program začal krátkou vzájemnou masáží rukou, po které následoval teoretický blok rozdělený krátkou pohybovou hrou na dvě části. Věnovali jsme se jednotlivým fázím aktivity tentokrát z pohledu účastníka. V první části jsme se zabývali vlastní činností (akcí). Pozornost jsme věnovali také pravidlům bezpečnosti – nejen fyzické, ale i psychické a sociální, a zastavili jsme se zejména u „pravidla STOP" (pravidla, jež dává každému právo rozhodovat o své účasti či neúčasti v aktivitě). Toto pravidlo a jeho důsledky jsou totiž pro „tradičního" učitele asi nejobtížněji uchopitelné. Druhá část teore-

[1]Zadané cíle: zapamatování si jmen ostatních, dozvědět se o druhých něco nového, procvičení paměti.

tického bloku byla věnována hlavně reflexi. Účastníci nejprve sami uvažovali nad tím, v čem je reflexe důležitá, a potom diskutovali nad připravenými materiály shrnujícími tuto problematiku.

Tímto teoretickým blokem seminář skončil. Většina účastníků vyjádřila spokojenost s jeho průběhem i náplní a měla zájem o jeho pokračování v příštím roce.

Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky II

Druhý metodický seminář nazvaný „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky II" proběhl v květnu 2006 opět na základně turistického oddílu Přátelé borovic poblíž Malé Hraštice u Dobříše. Semináře se zúčastnilo osm učitelů z různých typů škol. Vzhledem k tomu, že část účastníků absolvovala loňský seminář a část z nich nikoli, rozhodli jsme se, že kromě zážitkové pedagogiky bude mít seminář ještě jedno ústřední téma, se kterým budeme pracovat zážitkovými metodami. Toto téma bylo vybráno na základě návrhů uvedených zájemci o seminář v předběžných přihláškách. Stala se jim motivace.

Dále jsme se rozhodli, že teorii probíranou v minulém ročníku nebudeme na začátku semináře celou opakovat, ale lidem, kteří předchozí seminář neabsolvovali, potřebná témata probíraná v loňském roce představíme v krátkých vstupech, které budou loňským účastníkům sloužit jako připomenutí a opakování.

Program pátečního večera byl sestaven z několika drobnějších aktivit, jejichž cílem bylo seznámit účastníky navzájem, obeznámit je s organizací celého pobytu na základně a naladit je jak na způsob práce na semináři, tak na jeho téma.

V pátek večer ještě proběhla první část plánovaného bloku programu věnovaného společným pravidlům a jejich zavádění (technice běžně používané v zážitkově vedené výuce či kurzu). Účastníci diskutovali ve dvou skupinách a sepisovali myšlenky týkající se tohoto tématu na jednotlivé lístečky. V sobotu dopoledne po několika krátkých „rozehřívacích hříčkách" jsme se k tématu společných pravidel vrátili. Účastníci pracovali s lístečky z předchozího dne. Jejich úkolem bylo roztřídit lístečky tak, aby tvořily nějakou strukturu, či je alespoň roztřídit na skupiny s podobným zaměřením, což se jim podařilo (viz závěrečná zpráva [42] z tohoto semináře uvedená také v příloze A) a vytvořili tak velmi zajímavou metodiku pro práci s pravidly, kterou následně porovnali s myšlenkami uvedenými na připraveném materiálu (materiál byl připraven na základě [45]).

Zbylá část dopoledne se zaměřila na druhé téma semináře – na motivaci. Pro účastníky byl připraven Sedmiboj – sedm různorodých úkolů, které se nelišily pouze svým zaměřením (fyzické, logické, tvořivé,...), ale také obtížností a chováním vedoucího na daném stanovišti (někdo hráče povzbuzoval, někdo jejich snažení nijak nekomentoval apod.). Úkolem hráčů bylo za stanovený čas získat co nejvíce bodů plněním úkolů. Následná reflexe celé aktivity byla zaměřena na aspekty, které hráče povzbuzovaly při plnění úkolů nebo je naopak od toho odrazovaly. Diskuze postupně přešla do obecnější roviny a celý programový blok byl ukončen krátkým teoretickým okénkem na téma motivace a Maslowova hierarchie potřeb, ke kterým byly připraveny teoretické materiály (zpracovány dle [46]).

Odpoledne bylo rozděleno na dvě části – první z nich byla věnována delší strukturované hře nazvané Rýžoviště, ve které hráči podle daných pravidel sklízeli rýži, vážili ji a balili do balíčků, které se potom snažili prodat ve výkupně za co nejlepší cenu. Reflexe i po této hře byla zaměřena především na problematiku motivace.

Druhá část odpoledne začala netradičně teoretickým vstupem, který se týkal tzv. „začarovaných kruhů" [47]. Po krátké diskuzi nad připraveným materiálem se účastníci pokusili použít teoretické úvahy v rámci modelové situace. Rozdělili se na dvě skupinky, vylosovali si situaci ze školního prostředí a jejich úkolem bylo předvést dvě krátké scénky, ve kterých „roztočí" pozitivní a negativní kruh motivace. Scénky se z časových důvodů předváděly a diskutovaly až po večeři. Z diskuzí po scénkách vyplynulo mnoho postřehů a doporučení pro práci s motivací studentů. Protože tato diskuze byla zajímavá, bylo ji věnováno více času, než bylo plánováno a sobotní program po ní byl ukončen.

Neděle začala opět krátkou zahřívací aktivitou. Během diskuzí v předchozích dnech účastníci popsali několik problematických situací souvisejících s motivováním studentů, se kterými se ve své praxi setkali nedávno nebo je řešili přímo v době konání semináře. Z tohoto důvodu jsme změnili nedělní program a na základě aktuální potřeby účastníků se věnovali jedné z těchto situací detailněji a použili k tomu metodu vycházející z tzv. Bálintovských skupin [48].

Celý seminář ukončil asi hodinový blok věnovaný teoretickým pilířům zážitkové pedagogiky. Účastníkům byla připomenuta „metoda práce", se kterou se seznámili na začátku semináře, jednalo se vlastně o tzv. zážitkový (Kolbův) cyklus učení. Účastníci byli vyzváni, aby se pokusili najít tento cyklus v programu právě proběhlého semináře. Pomocí konkrétních příkladů ze semináře, které účastníci uvedli, byly diskutovány detailní aspekty tohoto teoretického principu i „zážitkový" přístup obecně.

Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky III

Víkendový seminář „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky III" se konal v květnu 2007 a zúčastnilo se ho 13 učitelů. Seminář měl stejně jako v předešlém roce dva hlavní cíle – dát účastníkům možnost zažít seminář sestavený a vedený podle principů zážitkové pedagogiky, ale také se věnovat jednomu většímu tématu spojenému s prací učitele. Na základě zájmu účastníků bylo pro tento rok vybráno ústřední téma „Učíme učit se a řešit problémy", tj. rozvíjení klíčových kompetencí k učení a řešení problémů v rámci běžných vyučovacích hodin (pozn. i ostatní návrhy, které učitelé zaslali, byly výrazně ovlivněny probíhající reformou školství).

Program pátečního večera byl již tradičně sestaven z kratších aktivit, jejichž cílem bylo seznámit účastníky navzájem a naladit je na připravený program. V tomto roce jsme se také vzhledem k větší různorodosti účastníků více než v předchozích letech věnovali jejich očekáváním a obavám, se kterými na seminář přijeli.

Podobně jako v předchozím roce proběhly ještě páteční večer diskuze v malých skupinách, ve kterých účastníci sepsali nápady na volné lístečky, a v sobotu dopoledne je utřídili. Výsledkem celé aktivity byla myšlenková mapa, která zachycovala různé aspekty ústředního tématu semináře – schopnosti se učit (podrobnosti viz [43]). Po této diskuzi byla zařazena krátká pohybová aktivita pro odreagování a zbylá část sobotního dopoledne byla věnována aktivitě, kterou lze zařadit do hodin fyziky a která rozvíjí schopnost klást otázky.[2]

Po polední pauze jsme ještě krátce navázali na dopolední program a v menších skupinách vymýšleli další způsoby, jak je možné s otázkami ve vyučování pracovat a jakými jinými způsoby lze schopnost klást otázky u studentů rozvíjet (teoretický materiál byl zpracován zejména na základě [49]).

Po této převážně diskuzní části programu byla zařazena strukturovanější hra na motiv pověsti o Bruncvíkovi. Účastníci ve třech skupinách museli nejprve získat kousky informací, které si ale nesměli ukazovat ani jinak zaznamenávat, a na jejich základě zjistit „za kolik dní přiletí pták Noh opět na Jantarovou horu". V reflexi hry jsme se po krátké části věnované strategii řešení zaměřili na řešení problémů obecněji. Zejména jsme hledali aspekty, které řešení problému ulehčují a které naopak komplikují. Celá diskuze byla ukončena metodickým zamyšlením nad relativně jednoduchými činnostmi, kterými může učitel v rámci běžného vyučování přispívat k rozvoji schop-

[2] Tato aktivita s názvem *Rád bych se zeptal ještě na...* využívá jako materiál denní tisk a její popis je uveden na str. 81 této práce.

nosti řešit problémy, ale také schopnosti učit se. Zájemci si ještě před večeří zahráli krátkou pohybovou hříčku.

Večerní program byl věnován různým stylům učení [50]. Účastníci měli pomocí modelových scének předvést výuku, která by zohledňovala jednotlivé typy učení. Tato část programu se vinou nevhodně formulovaného zadání příliš nepovedla, přesto diskuzi o učebních stylech, která následovala, hodnotili někteří účastnici pozitivně.

V neděli se program skládal z několika kratších bloků. Po úvodním rozhýbání a naladění jsme se vrátili ještě k teorii týkající se programu předchozího večera. Kromě základních tří učebních stylů, se kterými účastníci pracovali ve scénkách, byla účastníkům představena teorie mnohočetných inteligencí H. Gardnera [24].

Na teoretickou část navázalo řešení logického problému v malých skupinách (jednalo se o jednu variantu úlohy s převozem skupiny lidí přes řeku) a následné doplnění, v rámci reflexe, seznamu pomáhajících a odrazujících aspektů, který jsme sepsali předchozího dne.

Celý program byl ukončen teoretickým blokem o principech zážitkové pedagogiky, zejména o jednotlivých fázích uvádění zážitkové aktivity. Důraz byl kladen na zásady správného vedení reflexe.

2.3 Zhodnocení seminářů a ohlasy účastníků

V předcházející podkapitole byl popsán program, který se na seminářích uskutečnil. Připraven byl ale ve všech případech program mnohem bohatší, aby bylo možné ho přizpůsobit aktuálnímu zájmu účastníků či problému, který skupina cítila jako důležitý. Několikrát se také stalo, že dění na semináři a diskuze s účastníky vedly k zařazení aktivity, která sice nebyla předem plánována, ale která dobře reflektovala situaci ve skupině. Tato charakteristika zážitkově vedených kurzů je popsána v literatuře [14, 28] a při přípravě a vedení těchto metodických kurzů se potvrdila.

Jak bylo uvedeno v úvodní části této práce, mohlo by se zdát, že při použití tzv. alternativních vyučovacích směrů, ve kterých učitel se stává spíše tzv. „průvodcem", jež dává žákům vhodné materiály a organizuje jejich práci, není nutné, aby byl zároveň odborníkem na probírané téma. Na základě zkušeností získaných v těchto kurzech, mohu udělat závěr, že pokud je vůbec možné, aby vyučující nebyl v dostatečné hloubce seznámen s probíraným tématem, tak pouze v době, kdy se studenti seznamují s jeho základy. Ale ve

chvíli, kdy žáci získají již nějaké zkušenosti a jejich znalosti či dovednosti převýší znalosti vyučujícího, není již možné, aby takový učitel dobře směřoval činnost žáků k efektivnímu dosažení vytyčených cílů. Stále může studenty motivovat či dohlížet na plnění plánů, což je role sice také významná, ale ne plnohodnotná. Dokonce bych si dovolila tvrdit, že díky tomu, že není předem jasně stanoveno, jakým způsobem se žáci rozhodnou předložené úkoly řešit a učitel by tuto volbu měl nechat na nich, musí naopak rozumět probírané látce mnohem důkladněji a v širších souvislostech než v případě, kdy se rozhodne žáky s problematikou seznámit např. formou výkladu.

Na konci všech tři seminářů jsme nechali účastníky zhodnotit přínos semináře pomocí jednoduché škály.[3] Účastníci hodnotili seminář jako středně až velmi zajímavý i užitečný. Toto hodnocení potvrzovaly i neformální rozhovory s účastníky.

Další formou vedoucí k získání zpětné vazby od účastníků byl strukturovaný dotazník s otevřenými otázkami, který byl účastníkům zasílán společně se závěrečnou zprávou, tj. asi měsíc po semináři. Návratnost těchto dotazníků ale byla vzhledem k době jejich rozesílání (v době, kdy ve školách probíhá závěrečná klasifikace, případně na začátku prázdnin) v letech 2005 a 2006 velmi malá. Po posledním semináři, v roce 2007, jsem vyplnění tohoto dotazníků účastníkům několikrát připomněla, a proto se podařilo získat odpovědi od přibližně 80% účastníků.

Účastníci hodnotili jednotlivé programové bloky na intervalové škále od +2 (perfektní) do -2 (hrozné) a dále se k nim mohli vyjádřit i slovně v rámci volné odpovědi. Průměrné ohodnocení jednotlivých aktivit se pohybovalo v rozmezí 0,4 až 1,9, průměrné hodnocení všech aktivit a celého semináře bylo 1,4. Obecně nižší hodnocení získaly teoretičtěji zaměřené bloky programu, u kterých přesto účastníci slovně zmiňovali jejich užitečnost. Vyšší hodnocení se objevovalo u aktivit spojených s vlastní činností, kde účastníci zdůrazňovali možnost jejich využití přímo se studenty např. v rámci školního výletu.

Pro dokreslení vnímání semináře účastníky uvádím tři citace z volných odpovědí uvedených ve zmíněné anketě:

- *Z hlediska toho, jak naše skupina přistoupila k řešení problému, se toto stalo pro mě nejužitnější aktivitou; opravdu jsem si uvědomila důležitost některých věcí, které jsme společně sepsali; dalo mi to jiný úhel pohledu a pomohlo vše uspořádat a v praxi jsem si ověřila, že když se*

[3] Použita byla obvykle některá z jednoduchých a rychlých diagnostických metod, např. výškou, do které účastníci zvednou ruku, vyjádří svůj názor na užitečnost semináře.

něco podcení a nedodrží, tak to řešení problému může velmi znesnadnit. (vyjádření k aktivitě, ve které měli účastníci určit, kdy přiletí pták Noh na Jantarovou horu a následné diskuzi o aspektech ulehčujících a ztěžujících řešení problémů)

- *... je prima, když teorie „vyrůstá" ze zážitku.* (z hodnocení celkového dojmu ze semináře)
- *Ja som si najviac všímala, ako to* [seminář] *vedieš a ako ľudia reagujú na tvoje pokyny a čo robíš.* (odpověď na otázku: Kterou část programu považujete za nejzajímavější?)

Při přípravě i vedení seminářů jsme se snažili dodržovat pravidla zážitkového přístupu a na základě této zkušenosti se odvažuji tvrdit, že se jedná o metodiku inspirativní i pro výuku fyziky. Celkově lze říci, že semináře naplnily oba základní vytyčené cíle, tj. že se podařilo v rámci nich ověřit funkčnost principů zážitkové pedagogiky přímo v praxi a zároveň vybrané poznatky zprostředkovat zájemcům z řad učitelů fyziky. Také mohu konstatovat, že na využití zážitkové pedagogiky i v rámci fyzikálního vzdělávání reagovali učitelé většinou velmi pozitivně. Uvedené závěry podporují i zprávy účastníků o použití vybraných aktivit i principů v rámci jejich výuky či jiných aktivit s mládeží napovídají. Nejlepším důkazem o užitečnosti seminářů je ale fakt, že díky zájmu účastníků se místo původně plánovaného jediného víkendového semináře konaly tyto semináře tři.

Uvedené semináře byly v jednotlivých letech podpořeny rozvojovými projekty MŠMT ČR č. 365/2005 (Heuréka II – rozvoj aktivizujících forem vzdělávání učitelů fyziky), č. 220/2006 (Heuréka III – rozvoj aktivizujících forem vzdělávání učitelů fyziky) a č. 152/2007 (Profesionalizace přípravy učitelů na Univerzitě Karlově v Praze).

Kapitola 3

Soustředění s fyzikální tématikou i zážitkovým programem pro středoškolské a vysokoškolské studenty

Jak bylo uvedeno v teoretické části této práce, metody zážitkové pedagogiky vznikaly hlavně pro potřeby rozvoje osobnostních a sociálních dovedností jako je schopnost komunikace, týmové spolupráce, zodpovědnosti apod. Jednou z možností jak využít zážitkovou pedagogiku při fyzikálním vzdělávání je opřít se právě o tuto velmi rozvinutou oblast a pomocí vhodných aktivit zlepšovat u studentů uvedené kompetence a tím nepřímo pozitivně ovlivňovat kvalitu výuky bez ohledu na zvolenou formu či metody vlastní výuky fyziky.

Tímto způsobem využíváme teoretických poznatků a metod zážitkové pedagogiky již několik let při organizaci dvou soustředění s fyzikální tématikou. Prvním z nich je *Letní soustředění mladých fyziků a matematiků* [51]. Pod uvedeným názvem se skrývá čtrnáctidenní letní tábor pro přibližně 35 středoškolských studentů s hlubším zájmem o fyziku a matematiku. Přibližně polovina času je zde věnována právě těmto oblastem (formou interaktivních přednášek a práce na dlouhodobém projektu, jedná se o tzv. odborný program). Druhou, stejně významnou část programu (tzv. mimoodbornou) tvoří celotáborová hra a další aktivity vycházející ze zážitkové pedagogiky a využívající metod osobnostně-sociální výchovy. Na jeho organizaci jsem se podílela v letech 1997-2006 a od roku 1999 jsem odborně i organizačně zastřešovala zážitkovou část programu.

Druhé podobně laděné soustředění, na kterém také již více než šest let připravuji zážitkovou (tj. mimoodbornou) část programu, se jmenuje *Jarní soustředění pro budoucí učitele fyziky* [52] a koná se tradičně v Malé Hraštici. V tomto případě se jedná o pětidenní akci a jak již její název napovídá, účastníky jsou převážně vysokoškolští studenti učitelství fyziky. Na druhou stranu je tato akce otevřena i dalším zájemcům, tzv. „spřízněným dušim". Jedná se o nedávné absolventy nebo učitele z praxe. Účast na soustředění je zcela dobrovolná a kromě získaných zkušeností nepřináší zúčastněným žádné jiné výhody. Počet účastníků se v posledních letech pohyboval v rozmezí 20 až 30 osob.

Tato kapitola se zabývá pouze mimoodborným programem obou uvedených akcí. Ukázka konkrétních cílů a přípravy programu Jarního soustředění pro studenty učitelství fyziky z roku 2006 je uvedeno v příloze B.

3.1 Programové schéma obou soustředění

Jak již bylo uvedeno, program obou uvedených akcí je rozdělen na dvě hlavní části. Typický den vypadá tak, že dopoledne a část odpoledne se účastníci věnují odbornému programu, tedy fyzice či matematice. Pracují hlavně formou projektů s více či méně striktním vedením tzv. konzultanta. V průběhu akce či v jejím závěru je vždy uspořádána společná prezentace nebo závěrečná „vědecká konference", na které každá skupina představí ostatním svůj výrobek nebo získané výsledky. Odborný program také zahrnuje několik přednášek či společných diskuzí a v případě soustředění pro středoškoláky i souvislé kurzy matematiky a fyziky (každý po cca 9-10 hodinových lekcích, paralelně v několika úrovních). Odborný program obou akcí je podrobně popsán v článcích L. Dvořáka ([53] – [55]).

Mimoodborné (zážitkové) části programu jsou obvykle věnována odpoledne a večery. V případě soustředění pro středoškoláky odpoledne vyplňují větší a časově náročnější hry s různým zaměřením i fyzickou a psychickou náročností, které jsou propojeny postupně se odehrávajícím příběhem (legendou) nebo nějakou jinou společnou myšlenkou. Na soustředění pro vysokoškoláky se místo příběhu, který by propojoval jednotlivé hry, objevuje spíše nějaký motiv či ústřední téma. Pro večery bývají připraveny aktivity spíše diskuzního charakteru nebo tvořivé dílny.

Výše nastíněné schéma je pouze jakýmsi rámcem, který se nám osvědčil a do kterého zasazujeme celý program. Je samozřejmé, že skutečný program se od něj v některých dnech odchyluje (např. z důvodu, že některé aktivity pro svůj zdárný průběh vyžadují jinou denní dobu než odpoledne). Program

každého soustředění je sestavován vždy zcela znova tak, aby zamýšlené aktivity na sebe přirozeně navazovaly a splňovaly dramaturgická pravidla popsaná v teoretické části. Příprava programu začíná vždy několik měsíců před samotným soustředěním. V případě soustředění pro středoškoláky mimoodborný program připravuje a na místě vede obvykle pěti až šesti členný tým organizátorů, mimoodborný program pro soustředění vysokoškolských studentů jsem sestavovala a na místě realizovala buď sama, nebo ve spolupráci s kolegou J. Koupilem.

3.2 Specifika těchto soustředění

Obě uvedená soustředění jsou z hlediska programu zaměřeného na zážitek specifická, a proto nelze bezezbytku převzít metody používané organizacemi zabývajícími se tvorbou čistě zážitkových kurzů. V tomto oddíle stručně shrnuji nejdůležitější charakteristiky a odlišnosti.

Z důvodu synchronizace dvou složek programu vznikl jakýsi obvyklý rámec dne, který byl popsán výše. I když je možné domluvit se na jeho změně, rozhodně není možné program plánovat zcela stejně jako na kurzech, kde je možné zážitkovým aktivitám věnovat opravdu všechen čas.

Další netypická skutečnost je opakovaná účast mnoha studentů. Na soustředěních pro středoškoláky je obvyklé, že asi polovina účastníků byla na soustředění již v předchozích letech. Co se týče soustředění pro vysokoškoláky, zde dochází k opakované účasti ještě v mnohem větší míře. Díky otevřenosti soustředění i pro absolventy studia, nedochází k „odrůstání" účastníků, ale vytvořila se poměrně velká skupina lidí, kteří přijíždějí na soustředění pravidelně a vzájemně se mezi sebou velmi dobře znají. Každý rok se ale také objeví několik nových studentů, hlavně z nižších ročníků, kteří z počátku do tohoto velkého kolektivu nepatří. Program musí být tedy cíleně uzpůsoben tak, aby se noví lidé rychle zorientovali a našli svoje místo ve skupině.

Na *Jarním soustředění pro budoucí učitele fyziky* byla také důležitým rozdílem oproti běžným zážitkovým kurzům velká obměna lidí v průběhu akce, tj. dost často se stávalo, že velká část účastníků nemohla či nechtěla přijet na celou dobu soustředění a přijížděli pouze na jeden či dva dny. Toto střídání lidí znemožňovalo uvádění náročnějších aktivit, které vyžadují vyšší míru sehranosti a vzájemné důvěry ve skupině. Protože za tohoto stavu nebylo možné využít celý potenciál soustředění, došlo na základě dohody s účastníky počínaje rokem 2006 k zavedení přísnějších pravidel pro opožděné příjezdy a předčasné odjezdy (za cenu ztráty určité míry neformálnosti celého soustředění). Kromě účasti na celém soustředění, byla ponechána možnost

přijet pouze na víkend, aby se semináře mohli účastnit studenti, kteří učí na školách, a absolventi, protože jejich přítomnost je zejména mladšími studenty (zatím bez přímé zkušenosti z praxe) vnímána jako velmi obohacující. Díky tomuto opatření mohl být zážitkový program na posledních dvou ročnících soustředění propracovanější.

Nejdůležitějším rysem celého soustředění pro vysokoškoláky je vysoká míra neformálnosti v jednání a vztazích mezi lidmi (účastníky i organizátory) a dobrovolnost ve všem, od ranního vstávání až po účast na jakékoli části programu. Protože ale na „Hraštici" jezdí převážně lidé, kteří chtějí zkoušet nové věci, neúčastní se připraveného programu jen výjimečně a většinou z nějakých závažnějších důvodů než z prosté nechuti. Téměř zcela zde mizí rozdíl mezi vedoucími a účastníky. Samozřejmě je zde skupina lidí, kteří koordinují program, ale to neznamená, že by si sami s chutí nezahráli některou z her. A naopak pokud je potřeba pro zajištění programu s čímkoli pomoci, zapojí se ochotně i účastníci. V dosti polních podmínkách si na soustředění společně vaříme a staráme se i zajištění dalších věcí nutných k zajištění života na základně – nošení vody, příprava dřeva na vaření apod. I tímto způsobem dochází nenásilně ke snižování rozdílu mezi vedoucími a účastníky.

3.3 Cíle zážitkového programu

Snad jen „nejzarytější nadšenci" by dokázali věnovat několik dnů bez přestávky pouze fyzice, vždyť i vědecké konference či letní školy mají také nějaký společenský program, a proto by se mohlo zdát, že hlavním cílem mimoodborného programu je zajistit účastníkům odreagování od odborného programu a čas na odpočinek (tj. psychohygienická stránka soustředění). I když jde o jeden z důležitých cílů tohoto programu, nejedná se rozhodně o cíl jediný.

Základním požadavkem, ze kterého mimoodborný program obou soustředění vychází, je snaha poskytnout všem účastníkům nové zážitky a zkušenosti, umožnit jim vyzkoušet si na vlastní kůži něco neobvyklého a přispět tak k jejich osobnostně-sociálnímu rozvoji. Snaha o zajímavost a novost jednotlivých částí programu vede k tomu, že je obvykle realizováno mnoho různorodých aktivit, často připravovaných speciálně pro tato soustředění. Některé hry bývají i velmi fyzicky nebo psychicky náročné, čímž nabídnou účastníkům silné zážitky, podněty k zamyšlení, ale také jim mohou poodhalit či posunout hranice jejich možností.

Společné řešení předkládaných úkolů, ale i nestandardní situace, kterými všichni společně procházejí, pomáhají k velmi rychlému seznámení všech

účastníků navzájem a vytvoření příjemné přátelské atmosféry, která se pozitivně odráží i na průběhu odborného programu. Zejména během práce na dlouhodobých projektech je třeba, aby účastníci uměli dobře vzájemně komunikovat a spolupracovat.

Velmi pozitivní dopad má tento aspekt hlavně na Jarním soustředění budoucích učitelů fyziky v Malé Hraštici. Každoročně se zde vytvoří skupina složená nejenom ze spolužáků, ale z lidí z různých ročníků. To umožňuje předávání zkušeností mezi studenty i následnou lepší spolupráci na dlouhodobějších projektech v průběhu celého akademického roku. Mezi účastníky nejsou pouze vysokoškolští studenti, případně absolventi, ale dokonce i někteří vyučující. Absolventi, kteří již působí na školách, přinášejí a sdílejí se svými mladšími kolegy zkušenosti z praxe. Vyučující zde mohou navázat osobnější kontakt se svými studenty a poznat tak lépe pohled studentů na kvalitu výuky na fakultě. Studenti si naopak uvědomí, že „kantor je také člověk", za kterým se nemusí bát přijít, když něčemu nerozumí nebo potřebují s něčím pomoci. Na základě víceleté zkušenosti bych si dovolila tvrdit, že dobré vztahy mezi lidmi, které na tomto soustředění (a to i díky mimoodbornému programu) vznikají, zůstávají i po ukončení soustředění a přispívají ke zlepšování přípravy budoucích učitelů fyziky na našem pracovišti.

Vytvořením příjemné přátelské atmosféry ale cíle mimoodborného programu nekončí. Jedná se o jakýsi odrazový můstek, který umožňuje sledování dalšího, náročnějšího cíle – snahy přispět k dalšímu rozvoji každého účastníka. A to jak po stránce vědomostní, protože v rámci některých aktivit účastníci pracují se znalostmi z jiných oborů, ale i po stránce dovedností. Aktivity jsou zaměřeny zejména na kompetence v oblastech komunikace, vzájemné spolupráce a řešení problémů, pro jejichž rozvoj jsou zážitkové aktivity velmi vhodné. Nezapomínáme ani na podporu tvořivosti. V programu je také dán prostor diskuzím na témata poněkud vážnější, důležitá pro danou věkovou skupinu.

Dalším cílem na letním soustředění pro středoškolské studenty je také snaha ukázat mladým lidem, že volný čas se dá trávit velmi různorodě a smysluplně.

V případě soustředění pro budoucí učitele si účastníci mohou prakticky prožít uplatňování metod zážitkové pedagogiky, které mohou následně využít ve své profesi – při školních výletech, sportovních kurzech, ale i ve vyučovacích hodinách. Každoročně jsou do programu cíleně zařazovány i aktivity, ve kterých se mohou budoucí a začínající učitelé seznámit s něčím novým – obvykle nějakou teorií či metodou vybranou z oblasti zážitkové pedagogiky nebo práce s lidmi obecně. V roce 2007 byl jeden večer věnován interaktivnímu seznámení s teorií mnohočetných inteligencí H. Gardnera [24]. V roce

2006 byl celý seminář zaměřen na řešení problémů a během jednoho odpoledne si účastníci mohli vyzkoušet tři metody kreativního řešení problému, známé v manažerském prostředí pod zkratkou CPS (creative problem solving), konkrétně se jednalo o tyto metody: Šest myslících klobouků, Osbornův seznam (SCAMMPERR) a Synektika (Analogie) [56]. V roce 2005 si účastníci vyzkoušeli jednu aktivitu týkající se použití novin ve výuce fyziky a diskutovali nad možnostmi, které denní tisk výuce fyziky nabízí. Ze starších seminářů lze ještě jmenovat soubor šesti aktivit ústících k diskuzi o týmových rolích (teoretický rámec tvořilo pojetí M. Belbina [44]). Nikdy se ale nejednalo o přednášku nebo pouhou diskuzi na dané téma. Nejprve byly do programu zařazeny aktivity, ve kterých si účastníci mohli teoretické poznatky či důsledky dané teorie vyzkoušet doslova „na vlastní kůži", poté o těchto zážitcích diskutovali a teprve potom následoval obvykle poměrně krátký teoretický vstup (doplněný o odkazy na literatury či další zdroje, kde lze získat podrobnější informace) s případnou další diskuzí. Podobně jako na metodických kurzech stalo se v posledních letech zvykem i na těchto seminářích, že po jejich ukončení účastníci dostávají materiály týkající se programu. V tomto případě ale nejde o podrobně zpracovanou závěrečnou zprávu, ale o CD se stručným přehledem programu, elektronickými materiály k jednotlivým hrám, seznamem odkazů na webové stránky, knihy, apod., ve kterých mohou najít podrobnější informace o tématech diskutovaných na soustředění a kolekci fotografií.

3.4 Hodnocení soustředění

Zajímavost, ale také přínosnost obou soustředění prokazuje již zmíněná opakovaná účast značné části studentů. Zpětnou vazbu účastníků na uskutečněný program získáváme jednak neformálními diskuzemi (kde využíváme neformálnosti a otevřenosti vztahů, které se nám daří vytvářet), ale také pomocí jednoduchých dotazníků či anket, které účastníci vyplňují v závislosti na technických podmínkách buď přímo v samotném závěru nebo několik dní po ukončení soustředění. Odpovědi v těchto anketách potvrzují, že mimoodborný program naplňuje cíle, které byly pojmenovány v předcházejícím oddíle.

Jako doklad uvádím několik autentických ukázek odpovědí účastníků *Jarního soustředění pro budoucí učitele fyziky* z roku 2007, které potvrzují naplňování základních cílů, ale zároveň také pěkně ilustrují názor účastníků na celé soustředění (jedná se o odpovědi na otázku: Co se Ti na „hraštickém soustředění" líbí, proč sem jezdíš?):

- *Líbí se mi možnost si něco zkusit vlastníma rukama, strávit pár dní v příjemném kolektivu a zajímavou činností, vyblbnutí a vyběhaní se při různých hrách, taky se člověk dozví různé zážitky, zkušenosti a rady od starších, už učících kolegů. Hlavně si člověk odpočine od sezení na přednáškách a dozví se spoustu zajímavých věcí.* (studentka 2. ročníku bakalářského studia)

- *Rád si hraju a na Hraštici se v tomhle prostě dobře vyřádím! Je tu bezva parta lidí. Člověk si něco vyzkouší a dost často se i něco nového (pro svou osobu) dozví!* (student 1. ročníku magisterského studia)

- *Setkání se super účastníky mě vždycky velmi potěší nakopne a motivuje. Při „mimoprogramu" se vždy báječně odreaguji, ale také si vždy odnáším spoustu cenných zkušeností a dovedností pro práci se studenty. Na odborném programu si opravdu cením praktického zaměření, které dává možnost vyzkoušet si spoustu věcí, které potom pomáhají při výuce a umožňují mi něco z takových potřebných dovedností předávat dál.* (absolvent učitelského studia, 5 let v praxi)

Aby bylo možné se přesněji vyjádřit o tom, jaký je skutečný přínos mimoodborného programu na rozvoj dovedností účastníků a které jeho aspekty ovlivňují odborný program, bylo by třeba tento program podrobit hlubšímu výzkumu, ovšem zpětná vazba, kterou nám účastníci poskytují, je v tomto ohledu velmi pozitivní a dlouhodobé zkušenosti nám dovolují se domnívat, že zážitkové programy na obou soustředěních naplňují svoje cíle.

Cíle, metody a zkušenosti z mimoodborného programu obou typů výše popsaných soustředění jsem prezentovala v roce 2003 na Veletrhu nápadů učitelů fyziky 8 v Českých Budějovicích [57]. Využitím konkrétních metod zážitkové pedagogiky na akcích s fyzikálním programem se zabýval můj příspěvek na konferenci 50 let didaktiky fyziky v ČR [58], která se konala roku 2007 v Brně, a okrajově byly tyto zkušenosti zmíněny i v příspěvku na konferenci DIDFYZ 2006 [59]. Zkušenosti z vedení letního tábora jsem také prezentovala v rámci stánku České republiky na Science on Stage v listopadu 2005 v CERNu.

Soustředění mladých fyziků a matematiků je organizováno a finančně podporováno Matematicko-fyzikální fakultou UK, v posledních letech bylo také z části podpořeno z projektů FRVŠ (1828/2004, B898/2006, B964/2007) a rozvojových projektů MŠMT (č. 365/2005), dále z programu Science on Stage a v malé míře i sponzory. Z výše uvedených projektů bylo zčásti podpořeno i Jarní soustředění pro budoucí učitele fyziky.

Kapitola 4

Denní tisk ve fyzice

Tato kapitola pojednává o možnostech, jak lze využít při výuce fyziky denní tisk – zejména noviny, případně časopisy. Běžného učitele, který využívá spíše tradičnější formy výuky, zřejmě nenapadne, že by se noviny, které si přečetl ráno u snídaně, mohly stát zajímavou učební pomůckou v hodinách fyziky. A to ne na ochranu stolů před ušpiněním nebo zkoumání vlastností novinového papírů. Možná by ojediněle využil nějaký vhodný specializovaný článek. V této kapitole nám ale půjde o využití textů a obrázků, které se v novinách vyskytují běžně, každý den.

Ve skutečnosti hrají noviny ve společnosti, a tím i pro výuku, dvojí roli. Na jednu stranu novinové články informují o vědeckém pokroku a problémech, se kterými se současná věda potýká, a mohou se tak stát zdrojem velmi cenného výukového materiálu o současném stavu vědy. Na druhou stranu se významně podílejí na utváření obrazu vědy ve společnosti a využívají k tomu své specifické prostředky (speciální výstavba textu, výrazové prostředky,...), čímž mohou tento obraz i značně zkreslovat [60]. Obzvláště nebezpečný je sklon médií uvádět vědecké informace jako izolovaná fakta, aniž by byl uveden širší kontext výzkumu, popsán celý proces nebo dán prostor diskuzi. Značný vliv na obsah novin má také celkový proces vzniku jednotlivých výtisků novin.

Na obranu novinářů můžeme ale uvést, že vědci sami na ně hledí spíše s despektem místo toho, aby se aktivně snažili o popularizaci svého vědního oboru nebo alespoň utváření jeho správného obrazu ve společnosti. [61]

S nápadem využít denní tisk ve výuce fyziky jsem se poprvé setkala v příspěvku R. Jarmanové a B. McCluna [62]. K podrobnějšímu rozpracování tohoto námětu mě vedlo několik důvodů.

Prvním důvodem je perspektivnost využití této myšlenky v praxi. Na rozdíl od jiných přístupů jak využít při výuce „materiály z reálného života“, po-

užití denního tisku není pro učitele příliš organizačně náročné. Tato oblast nabízí ale i velmi komplexní a dlouhodobé projekty, které mohou žáci a studenti zpracovávat. Učitel tedy může postupovat od jednoduchých a krátkých aktivit ke komplexnějším.

Druhým důležitým důvodem pro výběr právě tématu využití denního tisku byl ten, že velmi dobře zapadá do teoretického rámce zážitkové pedagogiky a tedy i do tématu této práce. Jedná se o materiály ze skutečného života, ne uměle vytvořené pro výuku, a v aktivitách lze velmi dobře využívat samostatnou práci a přemýšlení studentů.

Další důvod souvisí s právě probíhající reformou českého školství – konkrétně tvorbou a zaváděním rámcových vzdělávacích programů. Ty obsahují průřezové téma Mediální výchova (více viz [63, 64]). Materiály a aktivity vytipované a vytvořené v rámci této práce naplňují některé dílčí výstupy tohoto tématu. Očekávala jsem tedy, že právě při tvorbě školních vzdělávacích programů učitelé navržené náměty ocení a využijí.

Domnívám se, že učitel, který chce noviny ve škole více využívat a vést studenty ke kritickému přístupu k nim, by se měl nejprve sám seznámit se základními principy jejich fungování. Z dostupných materiálů lze k tomuto účelu doporučit např. publikaci centra nezávislé žurnalistiky *Příručka pro novináře střední a východní Evropy* [65] nebo novější dílo J. Rotha *Mediální výchova v Čechách – tištěná média* [66], ze kterých jsem vycházela i v této práci.

První podkapitola této kapitoly se zaměřuje na to, zda a jak jsou noviny používany ve výuce přírodovědných předmětů v zahraničí. (Soustavnější studie použití novin ve výuce v naší republice bohužel není k dispozici.) Podkapitola 4.2 shrnuje výhody a nevýhody, které použití denního tisku ve výuce může přinést. Jedná se o souhrn zahraničních výzkumů doplněný o několik postřehů zkušených učitelů z naší republiky. V podkapitole 4.3 je uvedeno, jak téma denního tisku ve výuce fyziky souvisí s průřezovým tématem Mediální výchova v Rámcových vzdělávacích programech. Předposlední podkapitola 4.4 přináší souhrn námětů na konkrétní aktivity vytipované a vytvořené v rámci této práce. V závěrečné podkapitole shrnuji výsledky získané na seminářích s učiteli a při dílčím ověřování použitelnosti aktivit v praxi.

4.1 Použití novin ve výuce přírodovědných předmětů ve světě

V rámci rešerše zahraničních zdrojů nebylo možné se omezit pouze na výuku fyziky, protože v zemích, ve kterých příslušné výzkumy byly provedeny,

jsou velmi často přírodovědné disciplíny v nižších stupních škol integrovány do jednoho vyučovacího předmětu (tzv. science). Díky tomu se i výzkumy zaměřují na přírodovědné předměty celkově.

Studium zahraničních zdrojů ukazuje, že používání novin a jiných běžných tištěných medií ve výuce přírodovědných předmětů není v zahraničí ojedinělé. Rozsáhlá studie provedená v Severním Irsku [67] zjistila, že 78 % učitelů přírodovědných předmětů používá noviny přímo ve výuce, dále více než polovina z učitelů, kteří noviny nepoužívají přímo ve výuce, využívá novinové články při tvorbě nástěnek a jiných prezentací. Asi 22 % dotázaných učitelů uvedlo, že novinové články používá pravidelně a záměrně k rozvíjení konkrétních dovedností žáků. Podrobné výsledky tohoto výzkumu ukazují, že učitelé používají obsah novin hlavně jako podpůrný motivační materiál a nejčastějším cílem, který při jejich použití sledují, je propojení školní fyziky (nebo jiného přírodovědného předmětu) s běžným životem. Mezi další uváděné významnější cíle patří snaha ukázat studentům současné problémy, kterými se daný obor zabývá, případně probíranou látku ukázat v regionálních souvislostech (s využitím lokálního tisku). Noviny a časopisy jsou také častým zdrojem informací a materiálů pro různé nástěnky, studentské referáty a projekty. Obecně lze říci, že učitelé obsah novin využívají pro motivaci či ilustraci probírané látky, pro výuku specifických dovedností spojených s médii, ale i pro ověřování dosažených znalostí studentů.

Podobné výsledky získala i kanadská studie [68], která se kromě mapování použití zpráv ze sdělovacích prostředků ve školní praxi zaměřila také na to, zda oficiální dokumenty ovlivňující výuku obsahují zmínky o využití mediálních zpráv ve výuce. I když v kanadských oficiálních školních dokumentech (osnovách) není nutnost nebo vhodnost používání zpráv ze sdělovacích prostředků uvedena explicitně, je zde mnoho odkazů na témata hojně se ve zprávách vyskytující a na dovednosti, které lze vyučovat s jejich využitím. Na rozdíl od Severního Irska je v kanadských oficiálních školských dokumentech uvedeno, že jedním z cílů přírodovědného vzdělávání by mělo být, aby studenti pochopili vzájemné ovlivňování mezi přírodními vědami/technikou a společností (někdy se do tohoto schématu přidává i životní prostředí). Studie ukázala, že učitelé tento oficiální trend podporují a že z těchto důvodů využívají při výuce zprávy ze sdělovacích prostředků (jejich používání potvrdili všichni učitelé zahrnutí do této studie). Zdrojem mediálních zpráv pro výuku jsou noviny (pro 71 % učitelů), časopisy (pro 58 % učitelů), internet (pro 42 % učitelů) a televize (pro 33 %učitelů). Zajímavé je, že i když se části novinových zpráv objevují velmi často v otázkách závěrečných zkoušek (průměrně asi čtvrtina všech otázek vychází z populárních textů, jako jsou články z noviny, časopisů, informačních letáků, apod.), učitelé sami neuváděli přípravu

na tyto zkoušky mezi důvody, proč zprávy v hodinách používají. Na druhou stranu učitelé, kteří noviny nepoužívají nebo používají jen zřídka, viděli příčinu v nedostatku času daném nutností připravit studenty na zkoušky.

Lze si také položit otázku, zda jsou noviny vůbec vhodným materiálem pro výuku přírodovědných předmětů, případně jaká témata lze vyučovat s jejich využitím. Rozsáhlá obsahová analýza řeckých novinových článků s přírodovědným nebo technickým zaměřením [69] ukázala na nejdůležitější přednosti použití novin ve výuce:

- Noviny nabízejí pravidelný a poměrně bohatý zdroj relevantních informací a zaměřují se na oblasti, které jsou zajímavé pro širokou veřejnost.
- Širší souvislosti uveřejněné v novinové zprávě přidávají informacím důležitost a smysluplnost. Popisují různé sociální aspekty (zejména politické a ekonomické), které ovlivňují vývoj vědy a výzkumu, ale také se věnují vlivu vědy a techniky na společenský život, jež vnímají spíše pozitivně.
- Zejména ovlivňování vědy, techniky a společnosti jsou schopny novinové články ilustrovat lépe než běžná učebnice.

Na druhou stranu tato studie také nalezla i dvě slabé stránky použití novin ve výuce přírodovědných předmětů. V novinových článcích se poměrně zřídka vyskytují informace týkající se vnitřních mechanismů a metodologie výzkumu a také v článcích najdeme poměrně málo konkrétních vědeckých pojmů. I přesto lze podle tohoto výzkumu noviny považovat, zda velmi zajímavý a důležitý materiál vhodný pro výuku.

Noviny jsou ve výuce používány více než ostatní sdělovací prostředky, což může být i výsledek kampaně vydavatelů novin v Severní Americe s názvem „Newspapers in Education" (NIE), která se snaží podpořit jejich použití ve školách. Za několik posledních desítek let se tak použití novin rozšířilo z občasného využití v rámci výuky společenských věd do všech vyučovaných předmětů a témat [70]. NIE zahrnuje několik stovek novin spíše lokálního charakteru z USA a Kanady. Tyto noviny poskytují školám výtisky novin zdarma nebo za velmi sníženou cenu a také typicky mají specializované oddělení, které se snaží použití novin učitelům usnadnit např. přípravou různých aktivit pro studenty. Tyto aktivity a případné další zajímavé materiály týkající se článků jsou uveřejňovány buď na webových stránkách příslušných novin (např. [71], [72], a další) nebo jako zvláštní příloha či výtisk. Kromě toho mnoho vydavatelů zapojených do tohoto projektu umožňuje exkurze

studentů přímo do redakcí a tiskáren. Jako rozcestník na několik deníků zapojených do této aktivity funguje webový portál Newspapers in Education [73].

Vedle vydavatelů novin se do propagace využití novin zapojují i samotné vzdělávací instituce. Zajímavým projektem je holandský časopis Exaktueel [74], který připravují na univerzitě v Nijmegenu. Vznik této aktivity souvisí s reformou holandského školství v 80. letech minulého století. Časopis je sestaven z autentických novinových článků s přírodovědnou či technologickou tématikou a tyto články doplňuje o vhodné aktivity pro různě staré studenty. Dle [75] jsou aktivity směřovány k tomu, aby studenty motivovaly, vedly je k hlubšímu přemýšlení nad tématem, ale také rozvíjely jejich konkrétní dovednosti. Učitel je může využít při motivaci tématu, jako úlohy pro studenty, pro experimentování i testování znalostí. Tyto noviny vycházejí třikrát ročně a odebírá je většina holandských škol.

Velmi podobný, i když jednorázový, byl projekt realizovaný v Severním Irsku pracovníky výzkumné pedagogické skupiny na univerzitě v Belfastu ve spolupráci se sedmi učiteli středních škol [76]. Společně vytvořili výukový materiál – speciální číslo lokálních novin Belfast Express [77], které ale bylo na rozdíl od běžných čísel vytištěno barevně na kvalitním papíře, takže svoji podobou připomíná spíše časopis.

Uvedené speciální číslo obsahovalo na 20 stranách vybrané články týkající se astronomie, které vyšly v těchto novinách za posledních několik let. Učitelé články doplnili o konkrétní aktivity (úkoly pro studenty) a další materiály (odkazy na vhodné rozšiřující materiály, vysvětlení některých pojmů, atd.). Jednotlivé aktivity mají různou obtížnost, aby bylo možné tento materiál používat na různém stupni škol, a jsou také zaměřeny na různorodé cíle – pochopení textu, vyhledání informací z textu, náměty pro diskuze, úkoly podněcující představivost a pochopení principů fungování medií [78]. Při výběru článku i tvorbě aktivit byly akcentovány regionální souvislosti.

Vytvořený materiál byl zdarma rozeslán na více než 100 škol, které si ho mohly objednat v 25 nebo 50 výtiscích (pro použití s celou třídou). Asi na 20 % těchto škol proběhly následné výzkumné rozhovory s učiteli. Vytvořený materiál se setkal se značným uznáním ze strany učitelů ze všech typů škol. Učitelé uvítali hlavně jeho netradiční přístup, potenciál obohatit výuku a příspěvek k rozvoji všeobecné i přírodovědné gramotnosti žáků. Kladně hodnotili jeho atraktivitu, aktuálnost, lokální souvislosti a propojenost s reálným životem. [76]

V literatuře lze nalézt aktivity, které využívají doslova veškerý tištěný obsah novin. Přehled konkrétních námětů na využití denního tisku ve výuce fyziky, které jsem vytipovala jako použitelné i v českých školách, je uveden v podka-

pitole 4.4. Pochopitelně mnohem větší uplatnění nacházejí noviny při výuce mateřského a cizího jazyka, základů společenských věd, výchově k občanství a v dalších humanitních předmětech, ale rozhodně nelze říci, že by aktivity pro přírodovědné předměty včetně fyziky byly ojedinělé.

4.2 Výhody a překážky použití novin ve výuce

Tato podkapitola se zamýšlí nad tím, proč vůbec noviny používat, na jaká úskalí může učitel při jejich použití narazit a jaké výhody či nevýhody oproti „běžné" výuce to přináší. Následující odstavce shrnují jak argumenty uváděné v literatuře [62], v rámci zahraničních výzkumů [67, 68, 69], které již byly zmíněny v předchozím oddíle, tak argumenty, které uváděli učitelé v rámci seminářů, na kterých byla problematika prezentována (viz oddíl 4.5.1).

Hlavní cíl při využití novin ve výuce obecně je spatřován v tom, že média (včetně novin) jsou hlavním zdrojem informací pro dospělou populaci a mají velký vliv i v rámci celoživotního učení, a proto je důležité, aby studenti pochopili principy jejich fungování a aby se k nim naučili kriticky přistupovat. Další důležitou výhodou novin je jejich reálnost, tj. to, že pocházejí z reálného světa a života, nejedná se o materiál speciálně připravený pro výuku, a lze jimi propojit probíranou látku s běžným životem a zvyšovat tak její relevanci.

Další argumenty pro používání novin ve výuce vycházejí ze samotného charakteru denního tisku. Již z podstaty novin totiž vyplývá, že jejich obsah je čerstvý a aktuální. Lze tedy pomocí nich ukázat současné problémy, které daný obor zkoumá.

Vzhledem k tomu, že si lidé noviny kupují a čtou, jsou zprávy, články a údaje v nich obsažené pro ně nějak zajímavé nebo důležité. Proto lze argumentovat také tak, že pokud je v novinách i fyzika, nemůže být tak nezajímavá a nepotřebná, jak se studentům někdy zdá. Takové propojení fyziky s reálným každodenním životem by mohlo změnit postoj studentů k fyzice, kteří ji často považují za nudnou a vzdálenou [79].

Na druhou stranu je třeba si dávat pozor, aby zároveň se zamýšleným přesunem „reality a společnosti" do třídy, nedošlo také ke „vstupu politiky". Mnoho novin buď přímo patří, nebo se otevřeně hlásí k nějaké politické straně či jiné „ideologii". Mohlo by se tedy stát, že když učitel věnuje hodinu práci s jedním konkrétním deníkem či týdeníkem, může to být např. rodiči interpretováno jako podsouvání politických názorů jejich dětem.

Další nebezpečí se skrývá v tom, že informace uveřejněné v novinách mohou být neúplné, zkreslené, ovlivněné zájmy vydavatele nebo zcela chybné. Na

rozdíl od učebnice nebyl text novin pečlivě kontrolován a posuzován z hlediska věcné správnosti a vhodnosti. Autoři novinových zpráv také typicky nebývají odborníky na dané téma. Nalezený nedostatek nebo chybu v novinách může učitel využít a ukázat při takové příležitosti studentům nutnost přijímat informace pozorně a kriticky. Někdy je však velmi obtížné posoudit správnost údajů v oblasti, na kterou učitel není specializován, nebo odhalit všechny faktory, které mohly text článku ovlivnit. V obou dříve zmíněných velkých výzkumech ([67, 68]) také učitelé vyslovili obavu, že informace z novinových zpráv či názory vyslovené v rámci diskuzí nad nimi mohou být studenty mylně interpretovány.

Na druhou stranu ale novináři jsou (nebo by alespoň měli být) profesionálové v tom, jak psát poutavě a srozumitelně pro širokou veřejnost. Zde je zajímavé uvést výsledky jiného řeckého výzkumu [80], který ukázal, že studenti vnímali novinové články jako zajímavější a srozumitelnější než pasáže s podobným obsahem otištěné v učebnicích. Z nabídnutých článků vybírali studenti jako zajímavější ty, které měly „poetičtější" jazyk, využívaly různých analogií, příměrů a metafor pro přiblížení vědeckých představ široké veřejnosti. Na základě výsledků tohoto výzkumu se zdá, že by bylo vhodné vložit do výkladu ve větší míře prvky vypravěčského stylu.

Úskalí při použití novin mohou plynout také z toho, jak se noviny snaží upoutat pozornost čtenářů. Některé zprávy jsou psány příliš pompézně či nabubřele. Ve vybraném čísle či na stránce novin bude kromě vybraného článku, s nímž mají studenti pracovat, otištěno mnoho dalších věcí, které mohou odvrátit jejich pozornost úplně nežádoucím směrem. Z těchto důvodů se periodika s vysloveně bulvárním charakterem zdají pro výuku obecně mnohem méně vhodná. Uvedený problém lze překonat používáním výstřižků či kopií novin, čímž se ale na druhé straně ztrácí velká část autenticity materiálu.

Další obvyklé námitky proti použití novin plynou z přetížení osnov a výstupních či přijímacích zkoušek poznatky, takže na podobné aktivity nezbývá čas. Učitelé také uvádějí, že do přípravy takové hodiny musí investovat více práce a času. V této námitce se obvykle skrývají dva faktory. Prvním z nich je nedostatek vhodných metodických materiálů, které by usnadnily učitelům vymýšlení vhodných aktivit. Tento nedostatek se ale postupně zmenšuje hlavně díky postupnému vzniku metodických materiálů pro průřezové téma Mediální výchova.[1] Druhým faktorem, díky němuž je použití novin pro učitele náročné, je nutnost vyhledávat vhodné články nebo materiály. Noviny nerespektují žádné školní osnovy či řazení článků podle vědeckých oborů. Pro

[1]Takový metodický materiál [81] pro tyto účely vznikl i v rámci této práce.

zachování výhody aktuálnosti není také příliš vhodné používat články příliš staré, to ale pro učitele znamená vhodný obsah novin při každém uvedení aktivity znovu vyhledat.

Obsah některých novinových článků (zejména životopisných či historických) má dlouhodobější platnost a tyto články jsou tedy vhodné k archivaci a opakovanému použití. Některé typy novinového papíru ale mají tendenci časem žloutnout a blednout, což znesnadňuje jejich skladování. Noviny bývají také většinou tištěny černobíle a na nepříliš kvalitním papíře. Z těchto důvodů mohou být po grafické stránce pro studenty méně atraktivní.

Dále je zde otázka finanční náročnosti, obzvláště pokud bychom potřebovali výtisk stejného čísla pro každého studenta nebo dvojici studentů ve třídě. Jak již bylo zmíněno, v zahraničí některá vydavatelství nabízejí noviny pro školy zdarma nebo za výrazně sníženou cenu. V našich podmínkách by možná bylo schůdné se s vydavatelem dohodnout na poskytnutí neprodaných výtisků (tzv. remitendy).

Vraťme se ještě na závěr této podkapitoly ke kladům použití novin. Jak už bylo napsáno výše, noviny mohou pomoci pochopit i mnohé z věcí týkajících se fungování společnosti a vědy v ní. Celosvětově je trend zahrnout do výuky takové prvky, které by umožnily studentům poznat a pochopit vztah vědy, společnosti a prostředí, roli vědy ve společnosti a její omezení, vnitřní mechanismy fungování vědy, vědeckou etiku, a další témata. Pro ně mohou noviny dokonce posloužit mnohem lépe než učebnice.

Noviny lze využít nejen k výuce fyzikálního nebo přírodovědného učiva, ale také k zlepšování obecné a přírodovědné gramotnosti studentů. Britský výzkum [82] se zaměřil na schopnost vyhodnotit novinový článek v závislosti na vzrůstajícím absolvovaném přírodovědném vzdělání. Tato studie ukázala, že již poměrně mladí studenti (11-14 let) jsou schopni v autentickém novinovém článku rozlišit jasně uvedená fakta od spekulací. Ale schopnost bezchybně logicky argumentovat (zdůvodnit svůj souhlas nebo nesouhlas s předložením tvrzením) na základě neúplných informací uvedených v daném článku prokázali ve větší míře až lidé, kteří prošli přírodovědně orientovaným vysokoškolským studiem. Na druhou stranu se u studentů projevil velký potenciál rozvíjet uvedené dovednosti v rámci didakticky vhodně připravených a zaměřených aktivit. Při výuce těchto dovedností se naskýtá velká příležitost právě pro využití novin.

4.3 Mediální výchova v RVP a ve fyzice

Rámcové vzdělávací programy definují Mediální výchovu jako přípravu na „život s médii" a mediální gramotnost jako *soubor dovedností a vědomostí nutných pro orientaci v nepřehledné a neprůhledně strukturované nabídce mediálních produktů* [63]. Velmi pěknou charakteristiku a význam tohoto průřezového tématu můžeme nalézt v [64]:

> *Pro uplatnění jednotlivce ve společnosti je důležité umět zpracovat, vyhodnotit a využít podněty, které přicházejí z okolního světa, což vyžaduje stále větší schopnost zpracovat, vyhodnotit a využít podněty přicházející z médií. Média se stávají důležitým socializačním faktorem, mají výrazný vliv na chování jedince a společnosti, na utváření životního stylu a na kvalitu života vůbec. Přitom sdělení, jež jsou médii nabízena, mají nestejnorodý charakter, ... Správné vyhodnocení těchto sdělení z hlediska záměru jejich vzniku (informovat, přesvědčit, manipulovat, pobavit) a z hlediska jejich vztahu k realitě (věcná správnost, logická argumentační stavba, hodnotová platnost) vyžaduje značnou průpravu.*

I když má průřezové téma Mediální výchova velmi úzkou vazbu zvláště na vzdělávací oblasti Člověk a společnost a Jazyk a jazyková komunikace a v oficiálních dokumentech nenalezneme zmínku o vazbě na fyziku či vzdělávací oblast Člověk a příroda, kam fyzika spadá, výše uvedené zahraniční výzkumy a zkušenosti ukazují, že toto propojení je možné a přínosné pro obě strany.

Fyzika patří mezi tzv. exaktní vědy, ve kterých jsou veškeré informace podrobovány kritickému a logickému zkoumání. Studenti jsou v tomto předmětu vedeni k tomu, aby slepě nedůvěřovali předkládaným faktům, ale snažili se je ověřit, např. experimentem. Tento přístup lze aplikovat i při výchově kritického přístupu k mediálním sdělením.

A naopak, jak již bylo zmíněno dříve, obsah novin i dalších medií poskytuje materiál, na kterém mohou studenti vidět užitečnost znalostí, které si osvojují během výuky, a pochopit roli vědy (zde konkrétně přírodních věd) ve společnosti.

Možnost propojení Mediální výchovy a fyziky také dokumentují konkrétní aktivity popsané v následující podkapitole. Tyto aktivity mohou realizovat dílčí výstupy průřezového tématu Mediální výchova. Domnívám se, že vytipované a vytvořené aktivity mohou učitelé využít k rozvoji zejména následujících schopností:

- vnímat a využívat noviny jako zdroj informací důležitých pro život
- kriticky vnímat a vyhodnocovat obsah novin
- posoudit úplnost mediálního sdělení jako zdroje informace
- interpretovat vztah obsahu novinového sdělení a reality

V rámci těchto aktivit je také možné velmi přirozeně u žáků a studentů rozvíjet klíčové kompetence, jedná se hlavně o klíčové kompetence k učení, kompetence komunikativní a kompetence sociální a personální.

4.4 Praktické náměty na aktivity

V této podkapitole je uveden souhrn různých aktivit a námětů na ně vytvořených v rámci této práce na základě inspirace ze zahraničních zdrojů (zejména [71], [72], [73], [83] a další). Protože se různé varianty jednotlivých aktivit vyskytují většinou ve více zdrojích a v rámci této práce byly modifikovány a upraveny pro použití v prostředí českých škol, nejsou uvedeny konkrétní odkazy u každé jednotlivé aktivity. Souhrn aktivit demonstruje, že při troše nápaditosti mohou noviny leckdy kvalitně nahradit učebnice fyziky, ale dají se také využít k tomu, aby studenti pochopili roli přírodních věd v dnešním světě a učili se kriticky přistupovat k médiím, pracovat s informacemi a rozvíjeli další kompetence.

Konkrétní realizace aktivit byly prezentovány na seminářích s učiteli z praxe, a jsou shrnuty v rámci příspěvku ve sborníku Dílny Heuréky 2005 [84]. V rámci těchto seminářů učitelé také na základě následujících námětů vytvářeli další konkrétní realizace aktivit nebo si několik aktivit přímo aktivně vyzkoušeli.

Dle výzkumu Jarmanové a McCluneho [62] uvádějí studenti noviny mnohem méně často (pouze v asi 12 % případech) jako zdroj informací z oblasti přírodních věd než televizi (tu uvedlo asi 80 % studentů) a internet. K podobným závěrům dospěl i výzkum na dospělé populaci USA v roce 2001 [61].

Zdá se tedy, že význam novin v očích veřejnosti klesá. Za jednu z příčin klesajícího zájmu o tištěné noviny se považuje vzrůstající dostupnost a obliba internetu. Webové zpravodajství má oproti „tištěným" novinám výhodu v rychlosti, aktuálnosti i ceně, ale také v možnosti jednoduše přidat do článku odkazy na původní zdroje nebo doplňující materiál. Na druhou stranu se také jedná o textové médium a stejně jako s ostatními typy zpravodajských médií je nutné se s ním naučit pracovat. Z uvedeného důvodu byly při přípravě aktivit používany jak běžné „papírové" noviny, tak zprávy a články uveřejňované

na webových zpravodajských serverech. Domnívám se také, že dovednost kritického přístupu k textovým sdělovacím prostředkům je přenositelná i na jiné typy médií.

4.4.1 Jaká fyzika je v novinách?

Asi nejjednodušší aktivita, která nevyžaduje téměř žádnou přípravu, a přesto z ní lze získat cenné výstupy, je založena na tom, že studenti dostanou nebo si přinesou několik různých výtisků novin a mají najít cokoli, co má nějakou souvislost s fyzikou. Je dobré je předem podnítit k tomu, aby se nebáli trochu popustit uzdu své fantazii.

Touto jednoduchou aktivitou jsem zahajovala semináře a dílny o využití denního tisku, které jsem vedla pro budoucí i současné učitele fyziky. I když většinou účastníci celkem souhlasili s tím, že se v novinách o fyzice píše, přesto byli po asi 10 minutách hledání velmi překvapeni množstvím nalezeného materiálu i jeho obsahovou různorodostí.

Pozn.: Dle již zmíněného řeckého výzkumu [69] zabírají jen články s přírodovědnou nebo technickou tématikou přibližně 1-3% plochy běžných novin (to odpovídá asi 3-6 článkům na výtisk).

Pro uvedenou aktivitu je ale také relevantní další obsah novin (mimo články), který také může souviset s fyzikou. Uveďme několik příkladů: Snad v každých novinách je otištěna předpověď počasí, doba východu a západu Slunce, televizní program, který úzce souvisí s časem, reportáž z místa katastrofy, která souvisí buď s řáděním přírody, nebo selháním techniky. Lze v nich ale také hojně nalézt technické informace o nových typech automobilů, zdražování plynu a elektřiny s sebou přináší mnoho více či méně seriózních článků o tom, jak ušetřit na vytápění domu či jak efektivně používat elektrické spotřebiče, časté jsou také zprávy o nových astronomických objevech, v křížovkách se objevují staré jednotky a jejich značky. Uvedený výčet by mohl být opravdu velmi dlouhý.

Domnívám si, že tato aktivita poskytuje žákům dostatečně přesvědčivou zkušenost, že se s fyzikou běžně setkává i dospělý člověk, takže nemůžeme říci, že by byla „nepotřebná pro život".

Tuto aktivitu lze pojmout i soutěžně – kdo najde „lepší fyziku". S mladšími žáky, pokud je k dispozici více kusů stejného výtisku, lze soutěžit i v tom, kdo najde dříve, například délku dne, nejdelší dnešní film, apod. Kromě vazby školního učiva na každodenní život lze také rozvíjet schopnost studentů prezentovat nalezené materiály spolužákům (ve větších či menších skupinkách),

dále je zpracovávat (vytvořit nástěnku, připravit si referát, vyhledat další informace, napsat recenzi, ...) nebo mohou vyučující nalezené články využít v některé z aktivit v následujících oddílech.

4.4.2 Noviny jako učebnice

V tomto oddílu jsou popsány aktivity, které využívají při výuce fyziky běžný denní tisk a ve kterých noviny nahrazují učebnici či cvičebnici.

„Slovní zásoba"

V novinách se často vyskytují odborné termíny, cizí slova, zkratky, občas i nějaké odborné způsoby zápisu. Zvláště mladší studenty může vyučující požádat, aby se pokusili vysvětlit daný pojem na základě kontextu nebo aby posoudili, zda je použit správně.

Převádění jednotek času

Pro žáky základní školy je poměrně obtížné převádět jednotky času a správně pracovat s časovými údaji. Pro zatraktivnění tohoto tématu lze využit úlohy vycházející z televizního či rozhlasového programu. Žáci mohou např. počítat délky jednotlivých programů, spočítat čas, který je celkově věnován zpravodajství/poučení/zábavě, průměrnou délku večerního filmu apod. V tomto okamžiku může být velmi přirozené přejít k diskuzi o volbě vhodných programů a vysílacích kanálů, čímž se vzdálíme od fyziky a přiblížíme více mediální výchově.

Pro složitější výpočty, ve kterých je třeba správně pracovat jak se šedesátkovým převodem minut na sekundy, tak s desetinným převodem mezi sekundami a milisekundami, lze využít sportovní výsledky. Studenti mohou určovat např. o kolik se jejich oblíbený sportovec opozdil za vítězem.

Úlohy o pohybu

Sportovní výsledky přímo vybízejí k formulaci různých jednoduchých úloh o pohybu. Jejich zdánlivá „jednoduchost" ale může být pro žáky zkomplikována netradičním a dlouhým zadáním. Učitel se může ptát na rychlosti závodníků v závodech na různě dlouhé tratě a jejich porovnání, lze počítat za jaký čas by sprinter předhonil vytrvalostního běžce o jeden okruh, apod.

I když úlohy a kladené otázky se nemusí téměř odlišovat od úloh běžných v učebnici, znalost kontextu a práce s reálnými údaji může významně zvýšit zájem a motivaci studentů.

Plošné jednotky a veličiny na jednotku plochy

Výpočet obsahu obrazců a práce s jednotkami plochy patří sice spíše do matematiky, ale ve fyzice se hojně používají. Níže uvedené náměty mohou sloužit nejenom pro procvičování výpočtu plochy, ale také je lze využít při budování představy významu plošné hustoty.

K práci s plošnými jednotkami lze využít např. stránky s plošnou inzercí. Některé noviny uvádějí cenu za 1 cm^2 reklamy, takže je možné pomocí pravítka určit, kolik který podnik zaplatil za reklamu. V některých novinách je zase uvedena cena za inzerát, který zabírá určitou část stránky. Studenti mohou porovnávat ceny v časopisech, počítat, zda je levnější podat si jeden větší inzerát nebo dva menší inzeráty.

Pěkné úlohy lze formulovat také s využitím inzertní rubriky „prodej bytů", kde jsou některé ceny uvedeny za celý byt, některé za 1 m^2.

Teplota

S teplotními údaji se setkáme zcela určitě v předpovědi počasí. Studenti mohou spočítat průměrnou teplotu na území ČR nebo na území Evropy. Také se můžeme zaměřit na hledání maxima, minima nebo mediánu. Mnohem důležitější je ale otázka, co takto spočtená čísla říkají a zda mají nějaký smysl.

Studenti mohou sledovat předpověď počasí po nějakou delší dobu, posoudit, zda se shoduje se skutečností, a diskutovat o zdrojích rozdílů, ověřovat předpovědi, vytvářet grafy,...

Fyzikální jevy

Někdy lze noviny použít místo učebnice i při výkladu nové látky. Např. o zatmění Slunce nebo Měsíce obvykle píší téměř všechny noviny a některé občas doplní tuto zprávu i vysvětlením, jak k zatmění dochází. Podobně lze v novinách často najít vysvětlení pro různé meteorologické či geofyzikální jevy, ale občas lze nalézt i články obsahující další probíraná témata.

Pokud studenti danou látku neprobírali, je možné je požádat, aby se pokusili jev vysvětlit na základě článku (místo na základě vysvětlení v učebnici). Po-

kud už byla látka probrána, lze vysvětlení novinářů „zkontrolovat“ či vylepšit - např. náčrtkem, vhodnějšími formulacemi,...

Inspirace k experimentování a diskuzím

Informace o nových vynálezech mohou také vést k hledání principů, na kterém může daný přístroj fungovat, vytváření náčrtků či modelů. Příkladem vhodného článku může být zpráva o „vytvoření batohu, který při chůzi vyrábí elekřinu.“[(2)]

4.4.3 Fyzika v novinové grafice

Známé české úsloví říká, že „jeden obrázek může mít hodnotu mnoha slov“, může tedy nahradit dlouhé vysvětlování. Také je třeba si uvědomit, že někteří lidé mají si obrázek zapamatují mnohem snáze než to, co slyšeli nebo četli.

K motivačním či ilustračním účelům lze velmi dobře použít fotografie doprovázející články. V rámci zmíněného výzkumu v Severním Irsku se využití novin a časopisů jako zdroje vhodného doprovodného obrazového materiálu nacházelo na třetím místě mezi nejčastějšími uváděnými důvody, proč denní tisk učitelé používají ve výuce [67].

Ve výuce lze také využít otištěnou grafiku, vtipy, komiksy, karikatury,... (většina novin zaměstnává zručného kreslíře). Lze je samozřejmě použít jako motivaci při začátku nového tématu, ale také nechat studenty, ať v nich „fyziku“ sami najdou a vysvětlí. Velmi dobré zkušenosti s použitím komiksových příběhů kocoura Garfielda v rámci opakovacích písemných prací má J. Reichl [85].

Speciální skupinu obrazového materiálu tvoří tzv. infografika, tj. náčrtky a schémata vysvětlující nějaký jev. U webového zpravodajství lze občas najít i animace. Podobné obrázky jsou uvedeny i v učebnicích, takže je lze použít místo učebnice či jiného materiálu speciálně připraveného pro výuku.

Zajímavým materiálem, který lze též z novin získat, jsou různé grafy – ať už s fyzikální či jinou tématikou. V novinách se nachází velké množství různých typů grafů – koláčové, sloupcové apod., což umožňuje ukázat studentům, jak interpretovat informace zobrazené právě v těchto typech grafů.

Na závěr tohoto oddílu se hodí uvést příklad ilustrující, že fyziku lze najít opravdu úplně všude, stačí umět hledat. Jeden z učitelů, který se zúčastnil zmíněného semináře o využití denního tisku ve výuce fyziky, našel při

[(2)] Zpráva s tímto obsahem se v médiích objevila v září 2005.

úvodní aktivitě „Jaká fyzika je v novinách?" fotografii, na které si dvě ženy připíjejí před nově otevřenou letištní budovou a jedna sklenička se sektem krásně zobrazuje nápis PRAHA nad letištní halou (obraz je zmenšený a převrácený). Zřejmě ani fotograf netušil, jak krásně zachytil fakt, že fyzikální zákony fungují vždy a všude.

4.4.4 Jak noviny informují (nejen) o fyzice

V dnešní době je důležité si uvědomit, že ne všechno, co je v novinách (ale i jinde) napsáno, musí být nutně pravda, že občas se autoři článku snaží některé informace záměrně zamlčet nebo že výběr informací a jejich interpretace může být ovlivněna zájmy některé ze zjevně či skrytě zúčastněných stran. Někdy jde opravdu o cílenou snahu autora, někdy spíše o projev jeho neprofesionality. Čtenář novin by si měl tento fakt uvědomovat a při čtení novin být stále ve střehu a porovnávat čtené/slyšené s tím, co zná odjinud, a aktivně vyhledávat podezřelá místa.

Výzkumy ukazují [82], že mladší studenti mají mnohem větší tendenci přijímat uvedené informace za pravdivé, proto je velmi důležité rozvíjet jejich aktivní a kritický přístup ke čtení zpráv. Následující aktivity se snaží tuto dovednost rozvíjet.

Rád bych se zeptal ještě na...

K této aktivitě lze použít libovolný článek (spíše než krátká několikařádková zpráva je vhodnější článek dlouhý několik odstavců). Úkolem studentů je vymyslet několik otázek, které nejsou ve článku zodpovězeny a které by studenti rádi položili autorovi článku nebo člověku, o kterém se v článku píše. Konkrétní počet otázek je nutné přizpůsobit délce a obsahu článku. Tato aktivita vede studenty k aktivnímu přemýšlení nad textem článků, zvyšuje u nich citlivost na zamlžená místa a neúplné informace. Podobný úkol byl použit i v rámci britského výzkumu [82].

Na vytvořené otázky se může učitel se studenty pokusit odpovědět vlastními silami nebo si příslušné odpovědi vyhledat. Je ale možné také diskutovat o tom, proč právě tato informace v článku chybí. I když častým reálným důvodem bude nedostatek místa na otištění všech podrobností nebo to, že autora článku daná souvislost nenapadla či informaci nesehnal, přesto tato diskuze může napomoci odhalení různých vlivů na výběr uveřejňovaných informací.

Velmi zajímavé pro studenty může být odeslat vybrané otázky (zejména ty, na které se nepodařilo nalézt odpovědi nebo které se týkají názoru autora článku) do redakce novin.

Fakt, hypotéza nebo názor?

Velmi důležitou dovedností je rozlišovat mezi již ověřenými pravdivými skutečnostmi a hypotézami či pouhými názory autora příslušného článku. Často se stáva, že před názorem autora článku chybí uvození „Myslím si, že...“ a názor tak (i nechtěně) může vypadat zejména při povrchním pohledu jako fakt.

Studenti mohou označit různými barvami to, co v předloženém článku považují za jistý fakt, za hypotézu (resp. údaj s určitou nejistotou) a co je názor autora článku a co názor někoho jiného. Pečlivé rozlišování daných a ověřitelných faktů od nepotvrzených hypotéz je jedním ze základů přírodních věd. Následně je vhodné se studenty diskutovat, jaké důvody je vedli k zařazení jednotlivých výroků do daných kategorií, zda názory autora jsou nějak podpořeny konkrétními fakty a co dalšího z textu článku vyplývá.

Již několikrát zmíněný britský výzkům o schopnosti interpretovat novinový text [82] ukázal, že schopnost rozlišit jisté informace od spekulací mají již jedenácti až čtrnáctiletiletí studenti, ale v porovnání se staršími respondenty nedokázali tak dobře logicky argumentovat o důsledcích daných údajů a tuto schopnost je třeba u nich rozvíjet.

Výstižný titulek

Titulek jakéhokoli novinového článků má upoutat pozornost čtenářů, kteří se velmi často orientují hlavně podle nich. Na druhou stranu ale také může vhodně formulovaný titulek silně ovlivnit jejich postoj k tématu i to, co si čtenář zapamatuje. Titulek je tedy velmi důležitou a mocnou součástí každého článku. ([65], s. 117)

V běžné redakci však titulky článkům nepřiděluje autor, ale obvykle editor ([66], s. 40). Lehce se tedy může stát, že je titulek nevhodný nebo zcela zavádějící. Je tedy důležité se vždy zamyslet nad tím, zda titulek opravdu shrnuje obsah zprávy nebo ukazuje na jeho nejdůležitější místo či zda se snaží hlavně přilákat zájem a s článkem nesouvisí.

Pro rozvíjení opatrného postoje k titulkům novinových článků lze využít aktivitu, ve které nejprve učitel studenty seznámí pouze s titulkem článku

a nechá studenty odhadnout téma, kterému se článek věnuje. Následně dostanou studenti k dispozici článek celý, aby mohli posoudit, zda je titulek opravdu výstižným shrnutím obsahu článku nebo je zavádějící. Případně se mohou studenti pokusit vymyslet titulek vhodnější.

Co by měla obsahovat zpráva o objevu či výzkumu

Noviny informují veřejnost i o nových objevech nebo probíhajících vědeckých výzkumech. Pro studenty může být zajímavé zamyslet se nad tím, jaké různé údaje by mohly být v článku uvedeny, a vytvořit jejich seznam. Lze ho sestavit v rámci diskuze celé třídy nebo mohou dílčí seznamy vytvořit nejprve menší skupinky studentů a jednotlivé seznamy se potom spojí na tabuli v jeden společný. V této první fázi není příliš vhodné, aby vyučující nebo spolužáci jednotlivé nápady nějak hodnotili či třídili.

Příklady údajů, které se objevily při této aktivitě na seminářích a vyučovacích hodinách (výběr): kdo, kdy a co objevil, jaká metoda byla při výzkumu použita, jak dlouho výzkum trval, užitečnost či prospěšnost objevu, jaká přináší rizika, jak souvisí s již známými fakty, kde je možné se poučit podrobněji, co již daný člověk nebo tým objevil v předchozí době, obrázek nebo schéma, kolik to stálo a kdo to platil, měl by mít poutavý výstižný titulek, článek by měl být srozumitelný, informace o vztahu autora článku k dané problematice, odkazy na použité zdroje informací,...

Vytvořený seznam bývá poměrně obsáhlý a nelze očekávat, že v krátké zprávě bude uvedeno vše. Proto si studenti každý sám nebo ve skupině vyberou a poznamenají 5-6 položek, které považují za nejdůležitější a rozhodně by neměly v žádném článku chybět. Potom mohou porovnat, kolik údajů najdou ve skutečných článcích, které si sami vyhledali, nebo jim je přinesl učitel.

Dále se lze ptát studentů zda jsou v článcích obsaženy nějaké další položky z vytvořeného seznamu, nebo nějaké údaje, které dokonce na vytvořeném seznamu chybí. Učitel také může se studenty diskutovat o rozdílu mezi jednotlivými články a o rozdílu mezi vědeckou zprávou a novinovým článkem – jak se liší v obsahu, cílech, obvyklých čtenářích, použitém jazykovém stylu atd.

Porovnání více zpráv

Tato aktivita může navazovat na předcházející nebo ji lze zařadit samostatně. Je třeba dopředu najít a připravit články, které informují o stejné věci uveřejněné v různých novinách či časopisech a udělat dostatečné množství kopií všech článků, aby žáci mohli pracovat samostatně nebo v menších skupinách.

Návrhy úkolů a otázek pro studenty: Porovnejte uvedené články postupně podle zajímavosti a poutavosti stylu, kterým je napsán, vhodnosti zvoleného nadpisu, množství a hodnověrnosti uvedených informací, vhodnosti zvolených obrázků,... Který článek byste si vybrali jako nejlepší a proč? Zkuste najít důvody, proč se články liší.

Životopisné a historické články

Životopisné a historické články lze použít v libovolné předcházející aktivitě nebo jako dokreslení příslušného historického období. Jejich výhodou je, že narozdíl od zpráv a reportáží není jejich aktuálnost až tak významná a lze je lépe archivovat. Proto jsou zde uvedeny samostatně.

Mladší žáci je mohou použít například při tvorbě referátu, plakátu či jiného materiálu o životě daného vědce nebo o historické události důležité z hlediska historie fyziky.

Starší studenty lze vybídnout i ke složitějším aktivitám. Například se mohou pokusit vcítit do situace daného fyzika a pokusit se napsat část jeho deníku či dopis od něj, ve kterém by se snažili vystihnout jeho názory a pohled na věc. Nebo se pokusit zachytit, jak dané období viděl obyčejný člověk či odpůrce daného vědce, napsat novinový článek z té doby apod. Uvedené aktivity jim pomohou pochopit dobu, ve které došlo k objevu, a také to, jak daný vynález ovlivnil další dějiny. Lze diskutovat i o složitějších otázkách jako je zodpovědnost vědců za vlastní objevy, apod.

4.4.5 Další náměty

Vyhledávání informací

Jako inspiraci rozsáhlejšího projektu, ve kterém studenti vyhledávají a zpracovávají informace, uvedu aktivitu z USA (viz [86]), která byla sice použita ve výuce chemie, ale je plně použitelná ve fyzice či jiném přírodovědném předmětu. Studenti si během roku vedli „deníky", do nichž si zařazovali články vystřižené z novin nebo zapisovali poznámky o zprávách odvysílaných v televizi či rozhlase, které měly nějakou vazbu na chemii. Ale také si sem mohli zařazovat další každodenní materiály jako etikety z potravin apod. Ke každé nalezené chemické látce nebo sloučenině měli vyhledat na internetu nebo v encyklopediích co nejvíce údajů a také měli doplnit, případně ověřit informace uvedené v článku/zprávě. Učitel tyto deníky průběžně kontroloval a radil studentům, jak si ho vést lépe. Studenti o zajímavých nálezech a výsledcích referovali v hodinách svým spolužákům a dále s tímto materiálem

pracovali. Velmi zajímavý je fakt, že tato třída dopadla v průměru asi o 8% lépe v závěrečném hodnocení než předchozí třída, která takto s médii nepracovala. Autoři sice sami uvádějí, že se jednalo pouze o jednu třídu a že příčiny lepšího výsledku mohou být i jiné, přesto je tato skutečnost povzbudivá.

Já, novinář

V rámci průřezového tématu Mediální výchova se mají žáci a studenti mimo jiné seznámit s principy fungování médií a pochopit je [64]. Toho lze nejlépe dosáhnout nejlépe vlastní zkušeností, např. v rámci školního časopisu nebo při spolupráci s místním tiskem.

Uvedu zde pro inspiraci konkrétní příklad realizace spolupráce s lokálním tiskem, tentokrát z Velké Británie (podrobnosti viz [62]). Studenti byli motivováni k tomu, že aby se pokusili napsat článek do místních novin. Na tomto projektu spolupracovalo několik učitelů různých předmětů. Pro článek zvolili téma aktuální v té době v jejich městě – zacházení s odpady. Školu navštívil zástupce městského zastupitelstva, který studenty seznámil s plánem na sběr a třídění komunálního odpadu a také s tím, jak by se měl chovat každý občan. Potom byla do školy pozvána novinářka daných novin, aby studenty seznámila se základními principy fungování novinové redakce. Studenti se rozdělili do menších pracovních skupinek a každá si zvolila svůj úkol – vybrat vhodný nadpis a titulky jednotlivých částí, napsat text článku, vytvořit vhodný obrazový doprovod k článku (fotografie a obrázky), ověřit údaje,... Na článku aktivně pracovala celá třída. Když byl článek hotový, zaslali ho studenti i s návrhy na nadpisy a doprovodnou grafiku do redakce novin. Výsledkem jejich práce byla dvojstrana nedělního vydání, na které byl otištěn nejenom vytvořený článek, ale i reportáž o jeho vzniku a práci studentů na něm.

Vzhledem k tomu, že text článku zahrnoval i vysvětlení základních metod automatického třízení a zpracování odpadů, při jeho psaní studenti využili mnoho poznatků získaných v rámci vyučovacích hodin chemie a fyziky, dozvěděli se věci nové, ale také pocítili potřebnost uvedených oborů pro každodenní život.

Univerzita Karlova v Praze
Matematic faulta K

4.5 Prezentace vytvořených aktivit a jejich praktické ověření

4.5.1 Semináře pro učitele a studenty učitelství

Poprvé jsem možnost využít denní tisk ve vyučovacích hodinách fyziky prezentovala budoucím studentům učitelství na Jarním soustředění v Malé Hraštici v květnu 2005. Tématu byl věnován jeden večer a stal se jakýmsi odrazovým můstkem pro hlubší rozpracování jak teoretických východisek, tak konkrétních aktivit.

V září 2005 jsem na toto téma vedla dvě dílny na semináři Heuréky v Náchodě. Dílny byly zaměřeny na využití obsahu denního tisku (s důrazem na běžné celoplošné noviny) v hodinách fyziky na základních a středních školách, možný přesah těchto aktivit do dalších oblastí a výhody i nevýhody použití novin ve výuce. Konkrétní aktivity byly jednak přímo připraveny a učitelé si mohli vyzkoušet jejich řešení, ale také si mohli konkrétní aktivitu zkusit sami vytvořit. Dílen se zúčastnilo několik studentů učitelství a celkem asi 15 učitelů fyziky z praxe. Možnosti denního tisku jako učebního materiálu účastníky rozhodně zaujaly a většina z nich souhlasila s tím, že prezentované aktivity jsou plně použitelné i se studenty ve třídě a že by se noviny a aktivity s nimi spojené mohly stát dalším obohacením jejich hodin fyziky. Na druhou stranu byli poměrně skeptičtí k tomu, že by noviny používali systematicky a pravidelně. Konkrétní znění aktivit (s odkazy na tehdy aktuální články) a závěry diskuzí jsou pulikovány ve sborníku tohoto semináře [84].

Na teoretická východiska a nástin praktických možností použití denního tisku ve výuce jsem se zaměřila v rámci vystoupení na semináři Problémy fyzikálního vzdělávání na KDF MFF UK (v prosinci 2005), kterého se zúčastnili jak zaměstnanci KDF, tak studenti učitelství fyziky (celkem 20 lidí). Účastníci semináře velmi živě diskutovali o možných výhodách i úskalích použitelnosti novin ve výuce fyziky. Dílčí argumenty jsou zahrnuty v podkapitole 4.2. Prezentované možnosti, které denní tisk pro výuku fyziky přináší, hodnotili jako další vhodnou možnost jak zpestřit výučování. Uvedené aktivity spatřovali zejména jako vhodnou náplň suplovaných hodin či takových hodin, ve kterých studenti nejsou příliš motivováni ke sledování běžné výuky (např. v období těsně před prázdninami). Dle jejich názoru neobvyklost tématu může i v takových hodinách zvýšit pozornost a aktivní zapojení studentů.

Dále jsem o možnostech denního tisku přednesla příspěvek na konferenci Šoltézové dni v Bratislavě v prosinci 2005 [87].

Jedna aktivita využívající denní tisk byla zařazena i do metodického semináře zážitkové pedagogiky pro učitele fyziky (viz kapitola 2 této práce) v roce 2007. Seminář byl zaměřen na rozvoj kompetencí k učení, ke kterým patří i schopnost práce s informacemi, proto se realizovanou aktivitou stala aktivita rozvíjející schopnost tvořit otázky s názvem *Rád bych se zeptal ještě na...* (podrobný popis aktivity je uveden na str. 81).

Na tomto semináři byly použity dva, tématicky poměrně odlišné články. První měl titulek „Vědci poprvé poslali elektřinu vzduchem. Dráty už nebudou třeba." (uveřejněný na serveru iDnes, 8. 6. 2007) a titulek druhého článku zněl „Vědec objevil zcela nový způsob, jak určit stáří hvězd." (uveřejněný na serveru iDnes, 26. 5. 2007). Jak titulky článků napovídají, první se týkal věci, se kterou máme každodenní zkušenost – přenosu elektrické energie – a výsledky daného výzkumu by tedy mohly být využitelné v každodenním životě. Druhý článek informoval o nových výsledcích v astronomickém výzkumu hvězd – což je téma, které je sice dosti populární, ale přímou souvislost s každodenním životem obvykle nemá. I když byly články srovnatelně dlouhé, druhý článek byl mnohem obtížnější na pochopení, protože obsahoval mnohem větší množství odborných termínů a snažil se detailněji popisovat použitou metodu.

Účastníci pracovali ve dvojicích či trojicích, ve kterých dostali k dispozici výtisk jednoho z výše uvedených článků. Jejich úkolem bylo si článek přečíst, stručně (přibližně ve dvou větách) shrnout jeho obsah a vymyslet alespoň pět otázek, které nejsou ve článku zodpovězeny a které by rádi položili autorovi článku nebo výzkumníkům, o kterých se v článku píše. Na splnění tohoto úkolu měly skupiny asi 10 minut. Otázky jsme následně sepsali do společného seznamu. Ke každému článku bylo vytvořeno více než 12 různých otázek (několikrát se stalo, že dvě různé skupiny navrhovaly otázky velmi podobné, u kterých nebylo zřejmé, zda je počítat jako jednu nebo dvě, proto je počet uveden orientačně).

V rámci víkendového semináře nebyl prostor na další využití otázek, ale při použití ve škole v hodinách fyziky je velmi vhodné s otázkami dále v hodinách pracovat. Z tohoto důvodu následovala diskuse o využitelnosti takové aktivity ve škole, ale i o tom, jak s vytvořenými otázkami dále pracovat. Konkrétní nápady, které učitelé v rámci diskuze uvedli:

- Otázky lze roztřídit na skupiny – např. otázky pro novináře, otázky pro výzkumníky, apod.
- Studenti se mohou pokusit najít odpovědi na některé otázky samostatně (např. vyhledat odpovědi ve zdrojích dalších informací uvedených u článků, dohledat informace jinde, atd.). Otázky mohou být také

východiskem pro referát nebo dlouhodobější projekt.
- Na některé otázky může žákům odpovědět přímo učitel.
- Studenti mohou zformulovat dopis s otázkami a zaslat ho autorovi článku nebo vhodné vědecké instituci, která se u nás zabývá danou problematikou a mohla by poskytnout odpovědi na dané otázky
- Vytvořené otázky mohou také posloužit k motivaci žáků se daným tématem zabývat. Na otázky (a případně na celý článek) je možne odkazovat v průběhu probírání celého tématu.

V následné reflexi účastníci uvedli, že je aktivita zaujala a že ji považují za využitelnou ve škole se studenty. Podle jejich názoru může být pro studenty zajímavé a také důležité si uvědomit, že se mohou zeptat, a to nejenom ve škole. Dále také tato aktivita může studenty učit, že je třeba si uvědomovat, odkud čerpají informace např. pro referáty, a učit je posuzovat kvalitu zdroje informací. Dalším tématem, které účastníci semináře diskutovali, bylo, zda vybírat články spíše kvalitní nebo kontroverzní a jak velký vhled do problematiky uvedené v článku by vyučující měl mít. V diskuzi se ukázalo, že hodně záleží cílech, s kterými je aktivita zařazena do výuky, ale obecně by učitelé spíše preferovali kvalitnější články o tématech, o kterých mají alespoň základní znalosti. (Více podrobností je uvedeno v závěrečné zprávě tohoto semináře [43].)

Využití novin ve výuce fyziky jsem neformálně diskutovala s učiteli na několika dalších akcích, např. v rámci semináře odborné skupiny pro vyučování fyzice na základní škole při Fyzikální pedagogické společnosti JČMF ve Vlachovicích v říjnu 2007.

4.5.2 Zkušenosti z praxe

Kromě výše popsaného názoru zkušených učitelů na praktickou použitelnost, jsem se pokusila alespoň o dílčí ověření některých aktivit s žáky v běžných třídách.

Na téma fyzika v novinách jsem sestavila plán jedné vyučovací hodiny, která byla koncipována jako první seznámení s využitím novin ve výuce jak pro studenty, tak i pro vyučujícího, který by chtěl si tento námět samostatně vyzkoušet. Na obsah této hodiny jsem kladla následující požadavky, které měly mimo jiné minimalizovat nevýhody uvedené v podkapitole 4.2:

- libovolná zařaditelnost vyučovací hodiny (nezávisle na probírané látce)
- relativní jednoduchost na přípravu pro vyučujícího
- hodina by měla být realizovatelná i pro nepříliš zkušeného učitele

- hodina by měla být použitelná v posledních ročnících ZŠ a prvních ročnících SŠ a umožňovat alespoň mírně přizpůsobit úroveň schopnostem žáků a studentů
- náplň hodiny by měla být zajímavá pro studenty
- hodina by měla mít konkrétní cíle vázané na výstupy RVP

Pro uvedenou hodinu jsem vybrala kombinaci dvou aktivit „Jaká fyzika je v novinách?" a „Co by měla obsahovat zpráva o objevu či výzkumu". Příprava na tuto vyučovací hodinu včetně podrobně rozpracovaných a konkretizovaných cílů je uvedena v příloze C.

Uvedenou vyučovací hodinu jsem odučila dne 24. ledna 2007 ve dvou devátých třídách ZŠ J. A. Komenského v Lysé nad Labem – v obou třídách fyziku vyučuje Mgr. Vlasta Karásková, jednalo se o zcela běžné třídy s přibližně 25 přítomnými žáky. A dále dne 1. března 2007 ve dvou devátých třídách ZŠ Uhelný trh, Praha 1 – v obou třídách fyziku vyučuje PaeDr. Eva Lišáková. Zde se jednalo (dle hodnocení vyučující) o velmi odlišné třídy. Jedna z nich byla třída s rozšířeným vyučováním matematiky a přírodovědných předmětů (přítomno bylo 23 žáků), tedy třída se žáky s nadprůměrným zájmem i schopnostmi v těchto předmětech, a druhá třída byla hodnocena vyučující jako velmi slabá a i kázeňsky poměrně problematická (přítomno bylo 14 žáků).

Uvedenou hodinu dále realizovala Mgr. Jana Burešová v prvním ročníku gymnázia v Botičské ulici v Praze (hodiny se účastnilo 28 studentů).

Z vlastní zkušenosti i na základě zkušenosti Mgr. Jany Burešové mohu říci, že žáci a studenti považovali danou hodinu za zajímavou a že je většinou příliš nepřekvapilo, že se o „fyzice" píše i v novinách. Po první aktivitě ale obvykle konstatovali, že „až tak moc fyziky" v novinách přece jenom nečekali.

Zajímavé bylo i srovnání obou devátých tříd na ZŠ Uhelný trh. Velmi překvapivé bylo, že i když se jednalo o velmi rozdílné třídy (viz výše), při této vyučovací hodině reagovaly obě třídy velmi obdobně. Do práce se aktivně zapojila většina žáků a i závěry, které dělali, byly velmi podobné. Na základě tohoto jednoho příkladu nelze dělat žádná velká zobecnění, ale cítím jako povzbudivé, že netradiční metody by mohly skrývat potenciál zaujmout i ty žáky a studenty, pro které je tradiční výuka nezajímavá, nebo ji vnímají jako příliš obtížnou.

Na druhou stranu žáci ze třídy s rozšířeným vyučování matematiky a přírodovědných předmětů sice hodnotili hodinu jako zajímavou, ale zároveň také jako příliš *jednoduchou a vhodnou spíše pro mladší děti*, což mohlo významně snížit jejich zájem o probírané téma. Vzhledem k tomu, že na základě odučené hodiny ji Mgr. Jana Burešová hodnotila jako přiměřenou studentům

prvního ročníku gymnázia, domnívám se, že díky předchozí neznalosti dané třídy (odučila jsem v ní pouze uvedenou hodinu) se mi spíše nepodařilo reagovat na „pokročilost" žáků, než že by téma pro ně nebylo vhodné.

Na základě těchto zkušeností mohu konstatovat, že vytvořená vyučovací hodina je plně realizovatelná a neklade na učitele žádné mimořádné nároky ani při přípravě, ani při vlastní výuce. Také se domnívám, že dokáže naplnit vytčené konkrétní cíle (viz příloha C). Jako doklad uvádím několik autentických žákovských a studentských odpovědí na závěrečnou otázku *Co jste si během této hodiny uvědomili?:*

- *Fyzika v novinách je. V některých novinách jí [fyziky] je více a v některých méně, ale ve všech jsme nějakou našli.*
- *Fyzika je asi důležitá pro život.*
- *Spoustu věcí z fyziky si mohu domyslet (dozvědět se) i z novin.*
- *Některé články jsou kvalitnější než jiné. V některých je toho tak málo, že je nemá ani význam číst.*

Na základě článků a materiálů, které jsem předložila k inspiraci Mgr. Vlastě Karáskové, jsem se dozvěděla, že i ona noviny ve výuce používá. Jako nejvýznamnější uvedla tzv. domácí laboratorní práci zařazenou pravidelně do 6. ročníku. Na vypracování této práce mají žáci měsíc a jejich úkolem je mimo jiné sledovat po jeden týden předpověď počasí uveřejňovanou v novinách, porovnat předpověď se skutečností a nakreslit graf teploty tomto období.

Aktivity zařazené do zkušební hodiny ji dále inspirovaly k tomu, že v obou devátých třídách zadala dlouhodobou domácí laboratorní práci s názvem „Fyzika v novinách". Před vlastním zadáním práce věnovala jednu vyučovací hodinu práci s vybranou stránkou novin. S žáky prošla články otištěné na této stránce a společně diskutovali o tom, zda se v nich píše o „fyzice" nebo je k jejich správnému a úplnému pochopení zapotřebí znát něco z látky probírané v hodinách fyziky.

Na zpracování domácí práce měli žáci asi měsíc a jejich úkolem bylo buď v jeden den pečlivě projít výtisky několika různých novin nebo sledovat po jeden týden vybrané noviny. Z těchto novin měli žáci vybrat takové články, k jejichž pochopení je třeba nějakých znalostí z fyziky nebo je nějaké fyzikální téma či výzkum přímo jejich obsahem. Ze svých nálezů vytvořili žáci souhrn, v jehož závěru měli vyjádřit svůj názor na tvrzení, že v novinách se o fyzice píše a při čtení novin je třeba fyziku znát.

Jedna vyučovací hodina následující těsně po odevzdání práce byla věnována společné diskuzi nad tímto úkolem. Podle slov vyučující byli žáci velmi překvapeni, *„co se z novin k takovému zadání dá vytáhnout"* [88]. Závěry odevzdaných prací vyjadřovaly názor, že fyziky je v novinách překvapivě mnoho a že k pochopení běžného obsahu novin jsou poznatky získané v hodinách fyziky nezbytné. Celou práci hodnotila vyučující velmi kladně a zejména následnou diskuzi se žáky považovala za velmi užitečnou.

4.5.3 Metodické materiály

Nejdůležitějším konkrétním výstupem této části předkládané práce je seriál článků na metodickém portálu Výzkumného ústavu pedagogického v Praze [81], ve kterém mohou najít inspiraci učitelé z celé republiky. Tento portál je narozdíl od sborníků konferencí a seminářů dostupný celé učitelské veřejnosti a díky tomu, že shromažďuje materiály a podněty pro výuky navázané na probíhající reformu školství, je učiteli hojně navštěvován.

Seriál se skládá z pěti teoretických článků, které vycházejí z textu práce a mých předchozích prezentací tématu. Šestý, praktický článek obsahuje scénář připravené a vyzkoušené hodiny na téma Fyzika v novinách včetně konkretizovaných cílů a metodických poznámek.

Kapitola 5

Náměty pro výuku fyziky mikrosvěta

Pokud nahlédneme do současných školských dokumentů [63], [64], zjistíme, že fyzice mikrosvěta je věnováno poměrně málo prostoru a dokonce bychom mohli říci, že postupně ze základoškolské a středoškolské fyziky mizí. Přitom se ale jedná o téma pro studenty velmi přitažlivé. V dotazníkovém šetření [89] zaměřeném také na to, jak žáci vnímají fyziku i jednotlivá dílčí témata, byla témata z fyziky mikrosvěta velmi pozitivně vnímána, a to žáky na základní i střední škole. Pozitivní hodnocení měla tato část i jako celek. Jedná se tedy o téma pro studenty přitažlivé, učitelé jej však občas zcela vynechávají či velmi zkracují. Jedním z důvodů je malá časová dotace fyziky. Učitelé si také stěžují na teoretickou náročnost tohoto tématu, ale hlavně na nedostatek vhodných materiálů pro výuku tohoto tématu tak, aby studenti byli sami aktivními účastníky, tj. materiálů obsahujících aktivizující prvky. Na tento nedostatek jsem se rozhodla v rámci této disertační práce reagovat.

V první podkapitole stručně shrnuji metodické materiály, které v současné době existují a jsou učitelům k dispozici. Další kapitola popisuje některá specifika výuky tématu fyziky mikrosvěta důležitá pro další části, tj. pro tvorbu vlastních metodických materiálů, a na tuto část přímo navazuje podkapitola 5.3, ve které jsou uvedeny zásady, z nichž jsem při vytypovávání a vytváření aktivit vycházela. V dalších částech naleznete popis konkrétních materiálů a jejich ověření v praxi. Jedná se o aktivity z jaderné fyziky v podkapitole 5.4, tři komplexní náměty z kvantové fyziky v podkapitole 5.5 a projekt Orbitaly v podkapitole 5.6.

5.1 Metodické materiály pro výuku fyziky mikrosvěta

V tomto přehledu dostupných metodických materiálů se zaměříme na materiály přístupné běžnému učiteli, a proto jsem se omezila pouze na zdroje v češtině a vydané v naší republice za posledních 15 let. Mezi uvedené materiály patří učebnice a příručky pro učitele, další knihy (zejména sbírky námětů na experimenty), časopisy zaměřené na výuku fyziky a sborníky z akcí, na kterých se učitelé fyziky setkávají a vyměňují si nápady.

Učebnice pro ZŠ

V učivu základní školy jsou poznatky z jaderné fyziky součástí většího tematického celku Energie [64], kde při výkladu jaderné energie jako jedné z forem energie jsou uvedeny i základní vlastnosti atomového jádra a poznatky z jaderné energetiky. Předtím se žáci ještě seznámí s částicovým složením látek a základními modely atomu v rámci tématického celku Látky a tělesa. Další části fyziky mikrosvěta se ve vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru Fyzika na úrovni základní školy již nevyskytují.

Na základních školách se v současné době používá několik řad učebnic, které jsou většinou dělené podle jednotlivých ročníků. Dle [90] asi 60 % žáků používá učebnice autorského kolektivu pod vedením R. Kolářové, asi čtvrtina žáků používá řadu učebnic M. Macháčka a 15 % žáků uvedlo jako hlavní používané učebnice publikace autorů F. Jáchima a J. Tesaře. Toto rozdělení není příliš překvapující, protože poslední uvedený soubor učebnic byl vydán teprve před několika lety narozdíl od učebnic R. Kolářové, které se ve školách používají již dlouhou řadu let. Školy mají na nákup nových učebnic velmi omezené finanční prostředky, a proto se novější učebnice prosazují velmi pozvolna.

Pokud se podíváme podrobněji na zpracování poznatků z jaderné fyziky v uvedených učebnicích, zjistíme, že v prvních dvou zmíněných řadách učebnic (R. Kolářová [91], M. Macháček [92]) jsou zařazeny do devátého ročníku, ale autoři F. Jáchim a J. Tesař [93] tuto látku zařadili již do ročníku osmého.

V učebnici R. Kolářové [91] je tématu Jaderná energie (kapitolu zpracoval I. Štoll) věnováno celkem 26 stran. Učebnice se opírá hlavně o souvislý výklad doprovázený obrázky a fotografiemi. Každá kapitola tohoto tématu je ukončena 5 až 10 otázkami v části nazvané „Ukaž, co umíš". Dalších 12 úkolů pro žáky je uvedeno v pracovním sešitě [94]. Tyto úkoly se ale zaměřují téměř

výhradně na reprodukci informací (pojmů) uvedených v textu. Všechny uvedené úkoly jsou podrobně vyřešeny v příručce pro učitele [95] s mnoha detailními informacemi, kterými může učitel odpovědi žáků dále doplnit. V úvodní části této příručky jsou podrobně rozpracovány očekávané výstupy (tj. co by měl žák umět), učivo, mezipředmětové souvislosti a návaznost na průřezová témata v rámci RVP.

M. Macháček [92] věnuje tématu jaderná fyzika přibližně stejně velkou část textu (11 stran dvojnásobného formátu). Kromě otázek vyžadujících pouhou reprodukci údajů je v oddíle „Zopakujte si" ke konci kapitoly uvedeno 13 problémů, ve kterých mají žáci pomocí získaných poznatků vysvětlit nějaké skutečnosti z reálného života či „odvodit" poznatky nové. Podobně jako u předchozí učebnice i tuto doprovází pracovní sešit [96] a příručka pro učitele [97]. V pracovním sešitě je uvedeno 6 úloh, které opět nevyžadují znalost pojmů, ale spíše testují pochopení dané látky. Příručka pro učitele obsahuje zejména řešení problémových úkolů z učebnice a pracovního sešitu včetně několika metodických poznámek a v úvodní části také uvádí rozpracování RVP.

Jak již bylo uvedeno, autoři Jáchim a Tesař [93] zařadili téma jaderné energie již do osmého ročníku ZŠ a v porovnání s předchozími dvěma učebnicemi tomuto tématu věnují v textu asi poloviční prostor. Kromě krácení jednotlivých podkapitol došlo také k vypuštění některých dílčích témat, např. zcela chybí ochrana před radioaktivním zářením. Učebnice se podobně jako [91] opírá o výklad s doprovodnými fotografiemi a u úloh pro žáky se omezuje téměř výhradně na ověření znalosti pojmů. Také počet úloh je v této učebnici v porovnání s ostatními mnohem menší.

Kromě uvedených tří nejrozšířenějších učebnic vydalo v nedávné době učebnice fyziky pro základní školy také nakladatelství Fraus. Kapitola „Atomy a záření" je zařazena do učebnice pro devátý ročník [98] a je jí věnováno 29 stran velkého formátu, tedy nejvíce z doposud zmíněných učebnic. Větší objem textu je dán zejména výrazně vyšším počtem různých zajímavostí, odkazů na praxi, obrázků a fotografií, které tato učebnice obsahuje. Svým charakterem se místy přibližuje až k encyklopedii. Na konci každé části této kapitoly je uvedeno několik otázek a úloh.

Uvedené nakladatelství vydalo dále řadu učebnic pro integrovanou výuku Člověk a příroda, které nejsou členěny podle ročníku, ale ani podle vzdělávacích oborů. Jedná se o šest tématických sešitů poměrně malého rozsahu. Sešit nazvaný Energie [99] obsahuje také dvoustránkovou kapitolu se základními informacemi o jaderné energii a jaderné elektrárně.

Zmiňme ještě řadu učebnic „Fyzika kolem nás", v čele jejíhož autorského kolektivu stál M. Rojko [100]. Tato učebnice je ale velmi málo používána. Téma fyziky mikrosvěta je zde zařazeno do učebnice určené pro 9. ročník, zabírá celkem 20 stran (velkého formátu) a je velmi atypicky pojaté. Kromě jaderné fyziky jsou do této učebnice zařazeny i kapitoly týkající se elementárních částic a jejich výzkumu.

Učebnice pro SŠ

V gymnaziálním učivu tematický celek fyzika mikrosvěta zahrnuje nejenom vlastnosti atomů a atomových jader, ale také základy kvantové teorie a vybrané poznatky o elementárních částicích [63]. Tato část fyziky bývá zařazena obvykle do posledního ročníku, ve kterém je fyzika vyučována. Se základními poznatky o atomové struktuře látek se ale studenti seznámí již v rámci tématického celku Molekulová fyzika a termika.

Pro gymnázia u nás existuje a téměř výhradně se používá jediná řada učebnic, a to učebnice z nakladatelství Prometheus, které jsou na jednotlivé svazky členěny tématicky. Uvedené téma je zpracováno ve svazku Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvěta, kterou napsal I. Štoll [101]. Učebnice podává soustavný výklad dané problematiky, který se často opírá o historický vývoj. Většina poznatků je zde ale studentům překládána „k uvěření" bez možnosti alespoň částečného odvození či ověření a v některých pasážích se dokonce dopouští nepřípustného zkreslení [102]. Každá kapitola je zakončena několika úlohami včetně úloh výpočtových a v několika případech i problémových.

Pokud porovnáme učebnici určenou pro gymnázia s učebnicemi pro ostatní typy středních škol zjistíme, že v učebnici pro střední školy s menší hodinovou dotací [103] je téměř shodné učivo jako v gymnaziální učebnici, ale celý výklad je zestručněn a je uvedeno méně detailů. Naopak učebnice pro netechnické obory SOŠ a SOU [104] se fyzice mikrosvěta věnuje jen velmi stručně, vychází z učiva základní školy, které mírně rozšiřuje.

Možnosti experimentů

Vzhledem k experimentální povaze fyziky jistě mezi důležité metodické materiály patří sbírky demonstračních a žákovských pokusů. V publikaci tohoto charakteru určené učitelům základních škol [105] není téma jaderné fyziky vůbec zařazeno.

Sbírka pokusů pro střední školy [106] obsahuje 9 pěkných demonstračních experimentů, jejichž jedinou nevýhodou je, že k provedení je obvykle zapotřebí

speciálních demonstračních přístrojů (např. difúzní mlžné komory, Geiger-Müllerova trubice apod.) nebo demonstračních souprav (např. souprava pro provedení Franck-Hertzova pokusu). Tyto pomůcky nemusí být na všech školách k dispozici a jejich pořízení bývá i dost nákladné.

Kromě uvedených demonstračních experimentů se v této publikaci nachází ještě 11 experimentů, které využívají soupravu GAMABETA. Jedná se o experimenty, které mohou být provedeny jako demonstrační, ale díky velmi jednoduché práci s uvedenou soupravou, mohou být využity i pro samostatné žákovské experimenty v rámci běžných hodin nebo laboratorních cvičení. Další náměty na složitější experimenty nalezneme přímo v příručce k této soupravě [107]. Pro náročnější měření bylo možné výstup z Geiger-Müllerovy trubice připojit k počítači (zájemci mohli návod najít v [108] a také využít volně dostupné programové vybavení [109]).

Kromě uvedené experimentální soupravy GAMABETA je možné vlastnosti ionizačního záření měřit i pomocí měřících systémů CASSY nebo IP-Coach díky možnosti dokoupit měřící moduly s Geiger-Müllerovou trubicí [108].

V našich školách je nejpopulárnější souprava GAMABETA, jejíž výroba ale byla před několika lety ukončena a všechny kusy byly školami rozebrány. Protože se jedná o pomůcku velmi oblíbenou a stále žádanou, začal v nedávné době vývoj nové soupravy GAMAbeta2007, která bude umožňovat stejné experimenty, ale zároveň bude využívat současné technologie, takže oproti předchozí starší soupravě poskytne další využití, např. připojení čítače k počítači přes standardní rozhraní USB a provádění školních počítačem řízených experimentů. Na druhou stranu její součástí bude pouze zdroj záření gama. [110]

Další metodické materiály

Přirozeným zdrojem nových námětů na obohacení výuky jsou specializované časopisy. V naší republice vycházejí v současné době dva časopisy zaměřující se na problematiku výuky fyziky – Matematika-Fyzika-Informatika [111] a Školská fyzika [112]. Pokud zalistujeme těmito časopisy, zjistíme, že téma fyziky mikrosvěta je minimálně v posledních patnácti letech zastoupeno výrazně méně v porovnání s klasickými tématy, např. s mechanikou nebo podobně rozsáhlým tématem kmitání a vlnění.

Nutno ještě poznamenat, že mnoho článků, které se vybrané části fyziky mikrosvěta věnují, bývá zaměřeno spíše popularizačně či informativně. Kvalitní takto zaměřené články na úrovni přístupné středoškolákům nalezneme i v ča-

sopise Rozhledy matematicko-fyzikální [113], který je určen středoškolským studentům s hlubším zájmem o tyto předměty.

Při hledání vhodných nápadů pro výuku fyziky mikrosvěta se můžeme také obrátit na konference a semináře, na kterých se scházejí učitelé z praxe a pracovníci vysokých škol zabývajících se fyzikálním vzděláváním. Takovými akcemi jsou např. *Veletrh nápadů učitelů fyziky*, seminář pro učitele fyziky základních škol pořádaný odbornou skupinou pro vyučování fyzice na základní škole při Fyzikální pedagogické společnosti JČMF nebo konference *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky* pořádaná Katedrou obecné fyziky Pedagogické fakulty Západočeské univerzity. Relativní množství a obsah příspěvků týkajících se fyziky mikrosvěta je zde ale obdobný jako v odborných časopisech. Stejnou situaci nalezneme, i pokud nahlédneme do oficiálních webových portálů, které shromažďují náměty pro výuku (např. [114]).

Kromě popularizačních článků ve výše zmíněných časopisech, ale i mnoha dalších přírodovědně zaměřených periodik, mohou učitelé při výuce tohoto tématu využívat obsáhlou řadu velmi kvalitních popularizačních knih, které kvalitně přibližují i velmi obtížné oblasti z fyziky mikrosvěta nebo poskytují historický pohled na vývoj poznatků z této oblasti.

Učitelé ze všech těchto zdrojů mohou načerpat velmi kvalitní inspiraci, ale zpracování témat pro výuku a vytvoření vhodných aktivizačních prvků je již ponecháno na nich samotných. To sice kvalitu těchto materiálů nikterak nesnižuje, ale protože se na tomto místě zaměřujeme na texty metodického charakteru, nejsou popularizační články v následujícím přehledu uvedeny.

Velmi pěkným a přínosným nápadem bylo vytvoření několika modelů v systému Famulus 3.5 zobrazujících řešení Schrödingerovy rovnice pro různé jednoduché problémy [115] a stacionárních stavů atomů [116], které směřují až k vysvětlení podstaty chemické vazby. Uvedené články obsahují popis vytvořených modelů, které poskytují názorné a středoškolsky přístupné obrázky. Návrhy úkolů pro žáky nalezneme v diplomových pracích [117]-[119], v rámci kterých tyto programy vznikly a také v uživatelské příručce k těmto modelům [120]. Zobrazení je v programech dobře propracováno a některé z nich se staly také inspirací při návrhu zobrazovacích programů v projektu Orbitaly, který je popsán v podkapitole 5.6. Využití těchto programů v dnešní době znesnadňuje problematické spouštění systému Famulus (vznikl začátkem 90. let minulého století) na současných počítačích[1], ale také zastaralý, a díky tomu i neatraktivní design celého prostředí.

[1] Dva návody na instalaci a spouštění systému Famulus na současných počítačích a operačních systémech lze nalézt v [121].

Grafické znázornění spektrální hustoty vyzařování černého tělesa také pomocí počítače navrhuje ve svém článku J. Hubeňák [122]. Popisuje zde i zařazení uvedeného výukového programu do vyučovací hodiny a vhodné úkoly pro studenty.

Z některých článků a příspěvků je patrné, že jejich autoři nezapomímají ani na experimentální charakter fyziky mikrosvěta. Ve svém příspěvku [123] z Veletrhu nápadů K. Rauner popisuje návod na sestavení jednoduchého detektoru alfa záření. Stejný autor popisuje v článku [124] způsob provedení Franck-Herztzova experimentu pomocí didaktické soupravy fy. Leybold. J. Burešová ve svém příspěvku na portálu Fyzweb popisuje svoje zkušenosti s prací se školní demonstrační mlžnou komorou, ale také návod a dosažené výsledky při stavbě vlastní mlžné komory z běžně dostupných materiálů [125].

A. Lacina a H. Martinásková se ve svých článcích zabývají možnostmi vhodného didaktického pojetí fotoelektrického jevu [126] a Comptonova jevu [127]. V obou příspěvcích je zřetelně cítit snaha o logicky i historicky korektní výklad obou jevů a také odlišný přístup k výkladu pojmu světelných kvant (fotonů), ke kterým by se mělo dospět *jako k východisku z neřešitelných potíží, do nichž vede klasický popis jevu, než jen existenci těchto potíží oznámit a poté přímo vyhlásit správné řešení* [126].

Postup výpočtu magnetického momentu, jako ukázky konkrétního výpočtu, prezentuje ve svém článku V. Havel [128]. Na základě volně dostupných materiálů vytvořených v rámci programu High School Teachers at CERN [129] popisuje ve svém článku V. Grejták [130] možnost, jak využit snímky z bublinové komory, které studenti mohou samostatně analyzovat. Několik námětů na práci v hodinách fyziky zaměřených na výzkum částic je uvedeno také ve článku J. Burešové [131]. Jedná se o překlad vybraných materiálů Ledermanova centra (součást Fermiho národní laboratoře FERMILAB v USA), které se zaměřuje na popularizaci částicové fyziky a podporu učitelů. Mnoho zajímavých námětů a úkolů je uvedeno i ve vznikající učebnici Částicová fyzika pro začátečníky [132].

Za pěkný příklad nápadu využitelného při výuce pravděpodobnostní povahy kvantově mechanického popisu světa a vlnově částicového dualismu považuji příspěvek V. Víchy a P. Formánka [133]. V tomto příspěvku je popsána konstrukce tzv. Daltonovy desky, na které si studenti mohou doslova vlastnoručně vyzkoušet pravděpodobnostní chování. Dále autoři vytvořili názornou počítačovou animaci průběhu interference elektronů na dvojštěrbině. Principu totožnosti, jeho aplikaci na soustavy fermionů a bosonů a možnosti výkladu této „kvantově mechanické zvláštnosti" na úrovni střední školy se věnuje ve svém článku K. Rauner [134].

Velmi zajímavým experimentálně zaměřeným projektem je projekt CZELTA [135, 136], v rámci něhož se mohou studenti středních škol podílet na detekci a výzkumu kosmického záření [137]. Dále zmiňme mezinárodní projekt „Sáhněte si na částice" [138], který již několik let organizuje Ústav částicové a jaderné fyziky MFF UK v rámci celoevropské akce Hands on Particle Physics, European Masterclasses for High School Students. V rámci jednodenního semináře zde středoškolští studenti absolvují nejenom přednášku o částicové fyzice, ale také si sami vyzkouší vyhodnotit reálná experimentální data a na závěr o svých výsledcích informují ostatní skupiny na mezinárodní videokonferenci.

Z předchozího textu je patrné, že vhodných metodických materiálů není mnoho, přesto můžeme najít některé i velmi kvalitní a zajímavé náměty. Jedná se ale spíše o izolované nápady vhodné do jednotlivých vyučovacích hodin. Učitel, který by chtěl učit téma fyziky mikrosvěta s využitím aktivizujících metod, se bohužel nemůže příliš inspirovat ani v nejběžněji používaných učebnicích, ani v jiné obsáhlejší publikaci. Z tohoto důvodu jsem se domnívala, že by bylo smysluplné vytvořit nějaké další náměty, aktivity či pomůcky a nabídku tak obohatit. Výuka fyziky mikrosvěta má svoje specifika, která je vhodné při vytváření materiálů vzít v úvahu. Další podkapitola je věnována tedy právě jim.

5.2 Specifika výuky fyziky mikrosvěta

Fyzika mikrosvěta jako popis dějů na úrovni molekul, atomů a jejich jader se začala rozvíjet od druhé poloviny 19. století. Za poměrně krátkou dobu změnila život lidské společnosti a stala se původcem převratného technického pokroku, ale také zdrojem obav z následků zneužití poznatků, které přináší. Z těchto důvodů je žádoucí, aby žáci získali základní představu o fyzice atomů, jader a částic i o silách v nich utajených. [139] Pochopení těchto jevů je zapotřebí pro plnohodnotný život v technicky vyspělé společnosti. Na druhou stranu, je nutné si přiznat, že *i když každý řadový občan „ví", že látky mají nespojitou strukturu, jen málokdo je schopen toto konstatování podpořit přesvědčivými argumenty. Většina lidí na existenci atomů prostě věří a považuje ji za nepopiratelný fakt, který žádné zdůvodnění nepotřebuje. Právě tímto způsobem je totiž jeden z nejzávažnějších přírodovědných poznatků, jichž lidstvo dosáhlo, standardně prezentován ve školním vzdělávání...* [140]

Tradičně je fyzika mikrosvěta dělena na několik oblastí. Jednou z nich je kvantová fyzika, která ukázala, že děje v mikrosvětě se velmi odlišují od dějů

známých z běžného života. Přinesla také zcela nový matematický popis pro tyto děje. Dalšími oblastmi, na které se fyzika mikrosvěta člení, jsou fyzika atomového obalu (resp. atomová fyzika), jaderná fyzika a fyzika elementárních částic (díky častému použití urychlovačů nazývaná někdy také fyzikou vysokých energií).

Jevy z této oblasti fyziky nelze na rozdíl od témat, která ji předcházejí, pozorovat přímo našimi smysly ani pomocí jednoduchých přístrojů, což vede k nemožnost opírat se při výkladu o žákovu zkušenost a *k nezbytnosti spolehnout se jen na výsledky experimentu. A teprve na základě jejich pečlivého kritického rozboru si postupně vytvářet představu o složení a vnitřním uspořádání smyslově nedostupného mikrosvěta a následně i o vlastnostech a chování mikroobjektu.* [141]

Nový matematický aparát, který kvantová fyzika do popisu dějů v mikrosvětě přináší a o který je třeba se díky neexistenci přímé zkušenosti opírat při interpretaci výsledků výpočtu i experimentů, je velmi složitý a pro žáky základní, ale i střední školy téměř nepřístupný. Dle Janáse a Trny [139] to přináší řadu didaktických obtíží při výuce tohoto tématu. Složitý matematický aparát je nutno nahradit grafickým vyjádření a slovním popisem jednotlivých závislostí či dějů.

Zde ale číhají další velká nebezpečí. Při slovním popisu je jen velmi obtížné se obejít bez přirovnávání chování objektů mikrosvěta k chování věcí, se kterými máme každodenní zkušenost. Pokud ale takové modely vytváříme, je třeba neustále velmi zdůrazňovat, že se jedná o pouhé modely a že chování objektů v mikrosvětě se odlišuje od chování běžných věcí a také může odporovat naší zkušenosti – tzv. „selskému rozumu". Pokud omezení vytvářených modelů nejsou dostatečně zdůrazněna, může snadno dojít ke špatné interpretaci či nepochopení. Na druhou stranu pokud výklad či model neopřeme o každodenní zkušenost studentů (např. právě z obavy ze špatné interpretace) a poctivou logickou argumentaci, může se snadno stát, že popis daného jevu zůstane pro žáky jen prázdnými slovy, která se sice naučí zopakovat, ale nezískají ani základní představu o zákonech, kterými se řídí fyzikální děje v takto malých rozměrech.

Problémy spojené s neexistencí vhodných školních experimentů z této oblasti či s jejich materiální a technickou náročností lze vyřešit tím, že místo přímého experimentování modelujeme jevy pomocí vhodných pomůcek. Druhou možnost přinášejí počítačové animace a simulace. I v těchto případech ale budeme narážet na problémy spojené s nutností zdůrazňovat omezenost modelu. Výhodou použití výpočetní techniky ale je skutečnost, že v animaci mohou mít objekty i nějaké nezvyklé či nerealistické vlastnosti a více tím

mohou přiblížit chování objektů, které předpovídá matematický popis. Je také možné, že použití počítačové grafiky může vyhovovat vnímaní dnešní mládeže, která je na „virtuální svět" zvyklá.

5.3 Obecné poznámky ke tvorbě aktivit

Při vytváření aktivit pro výuku fyziky mikrosvěta jsem se snažila dodržovat základní principy zážitkové pedagogiky, zejména Kolbův cyklus učení. Žákům je tedy vždy předložen nějaký problém či „nástroj", se kterým mají pracovat, řešit úlohy. Na základě zkušeností, které takto získají, jsou potom vedeni k tomu, aby své zkušenosti reflektovali a zobecňovali. Pokud to bylo možné, snažila jsem po této fázi zařadit další úkoly, na jejichž řešení by se vytvořené hypotézy a zobecnění mohli vyzkoušet, případně opravit, zpřesnit či prohloubit.

Dalším důležitým aspektem, který uplatňuji, je individualizovaná obtížnost. Díky častému využívání samostatného zkoumání si studenti mohou do jisté míry sami určovat obtížnost úkolů a hloubku, s jakou budou daný jev prozkoumávat. S tím souvisí také množství času, které se rozhodnou práci na úlohách věnovat. Tento aspekt ale občas naráží na organizační problémy při použití ve vyučovacích hodinách.

V diskuzních úkolech je dán prostor pro to, aby studenti mohli vyjádřit svůj vlastní názor nebo si volili vlastní příklady, které sami považují za názorné.

V aktivitách využívám několika různých způsobů, jak vyřešit problém s nedosažitelností přímých zkušeností s chováním objektů v mikrosvětě:

1. **Interaktivní počítačové simulace** – Nejedná se ale o pouhé animace dějů. Domnívám se totiž, že pokud chceme, aby si žáci vytvořili vlastní představu o nějakém konkrétním jevu nebo ději, je nutné jim nejenom ukázat příslušnou animaci a nechat je s ní samostatně pracovat (např. měnit parametry zobrazení, podmínky simulace apod.), ale také jim předložit nějaké úlohy, které mohou pomocí dané simulace vyřešit a které je povedou k vybudování vlastních představ o zákonitostech, jež daný děj řídí. Ještě je nutné dodat, že zobrazovací nástroj musí být k tomu, aby umožňoval vytváření a řešení vhodných úloh, uzpůsoben. Jako příklady aktivit, kde je zvolen tento postup, může sloužit např. celý projekt *Orbitaly* (viz podkapitola 5.6) nebo aktivita nazvaná *Posviťme si na kovy* (viz str. 128).

2. **Využití profesionálně naměřených údajů** a jejich následné zpracování – Domnívám se, že při přebírání profesionálně naměřených experimentálních údajů je důležité pracovat pouze s takovými veličinami, se kterými jsou studenti dobře seznámeni, dovedou si je představit, případně mají s jejich měřením vlastní zkušenost, ale technické vybavení školy neumožňuje změřit danou veličinu pro mikroobjekty dostatečně přesně, případně je takové měření ve školních podmínkách zcela nemožné. Takovými veličinami mohou být např. hmotnosti jednotlivých nuklidů (využito v aktivitě *Fúze nebo štěpení?* – viz str. 5.4.1) nebo vlnové délky spektrálních čar atomu vodíku (použito v rámci aktivity *Od spektra atomu vodíku k jeho struktuře* – viz str. 125).

3. **Modelování pomocí jednoduchých pomůcek** – Pro přiblížení základních jevů na jednoduché úrovni využívám také jednoduchých pomůcek. Považuji za důležité, aby žáci pracovali se skutečnými předměty a sami si příslušné experimenty provedli. Teprve potom by jim vyučující měl vysvětlit, v čem se objekty v mikrosvětě (např. elementární částice nebo atomové jádro) chovají podobně, a lze si je tedy představovat obdobně, a v čem nebo za jakých podmínek již zkoumaný model selhává a objekty mikrosvěta se chovají odlišně. Tento přístup je použit hlavně v aktivitách v publikaci *Jaderné hrátky* (viz podkapitola 5.4).

Protože fyzika mikrosvěta je oblast velmi široká, rozhodla jsem se vybrat si z ní pouze určité partie. Cílem bylo pro tato témata vytvořit vhodné aktivity a v rámci možností buď otestovat jejich použitelnost přímo se studenty nebo je zařadit do seminářů pro učitele. Obtížnost připravených aktivit je velmi široká – od jednoduchých hříček použitelných s mladšími žáky (viz brožura *Jaderné hrátky*) až po nápady určené primárně pro vysokoškolské kurzy (viz projekt *Orbitaly*). Vždy jsem se snažila, aby u vytvořených aktivit bylo možné měnit jejich obtížnost i časovou náročnost. Z tohoto důvodu se většinou nejedná pouze o popis činností, které mají studenti provádět, ale tento popis je doplněn o další zajímavosti, souvislosti s náročnějšími partiemi a návrhy na zjednodušení celé činnosti. Asi nejvíce se tento přístup uplatnil v brožuře *Učíme jadernou fyziku*.

V následujících podkapitolách stručně popisuji vytvořené aktivity, zkušenosti z jejich praktického použití a závěry expertních posouzení učiteli z praxe. Vytvořené aktivity lze podle tématu rozdělit na několik skupin.

- V podkapitole 5.4 jsou popsány aktivity týkající se jaderné fyziky. Tyto náměty tvoří obsah dvou brožur s názvy *Jaderné hrátky* [142] a *Učíme*

jadernou fyziku [143] a jsou určeny jak pro základní, tak pro střední školy. Obě publikace jsou součástí vzdělávacího programu „Svět energie" společnosti ČEZ, a.s, díky čemuž jsou k dispozici učitelům zdarma.

- Podkapitola 5.5 se zabývá třemi vybranými aktivitami, které mají na středoškolské úrovni představit zrod kvantové fyziky.
- V podkapitole 5.6 je popsán projekt *Orbitaly*, který se zabývá atomovými orbitaly vodíku a je primárně určen pro vysokoškolský kurz kvantové mechaniky. Vytvořené materiály ale našly své uplatnění i na střední škole.

5.4 Brožury s náměty z jaderné fyziky

Jak již bylo napsáno výše, jaderná fyzika se zabývá věcmi příliš malými, než aby je bylo možné postihnout našimi smysly. Experimenty, kterými je atomové jádro zkoumáno, jsou rozsáhlé, dlouhodobé a velmi nákladné projekty, na nichž se podílí i několik desítek až stovek fyziků. Teoretický matematický popis atomového jádra je také většinou příliš komplikovaný, než aby bylo v silách žáků základních, ale i středních škol ho uchopit. Z těchto důvodu není možné se při výuce tohoto tématu opírat ani o matematický popis, ani o přímou zkušenost, či provádět experimenty.

I přes výše zmíněné obtíže se domnívám, že není nutné se při probírání jaderné fyziky uchýlit k pouhému výkladu a pasivnímu učení současně uznávaných teorií, jak jsou tato témata prezentována ve většině učebnic, ale že je možné toto téma studentům přiblížit názorně s využitím jejich aktivního přemýšlení a modelování daných jevů.

Při výběru a vytváření aktivit z této oblasti jsem si stanovila následující kritéria:

- Při praktickém modelování jsou použity pouze běžné nebo velmi lehce dostupné a levné pomůcky.
- Veškeré praktické činnosti musí být relativně jednoduše proveditelné jak učiteli, tak samotnými žáky. Jejich příprava nesmí být příliš časově náročná.
- Při využití počítače se musí jednat buď o běžné programy, u kterých lze předpokládat, že je umí používat jak učitelé, tak studenti, nebo lze využít programy dostupné pro vzdělávací účely zdarma, pokud jsou dostatečně jednoduché na ovládání.

- Aktivity musí umožňovat přizpůsobení úrovně schopnostem žáků. Jednotlivé aktivity nejsou striktně určeny konkrétnímu stupni školy, ale je ponecháno na vyučujícím, aby podle uvedených doporučení zvolil vhodnou úroveň aktivity a hloubku následné diskuze či vysvětlení, tak aby odpovídaly schopnostem konkrétních žáků.

- Hledala jsem takové činnosti, ve kterých mohou žáci modelovat dané děje pomocí manipulace s reálnými předměty. U aktivit, ve kterých žáci nepracují s předměty, jsem chtěla, aby měli možnost samostatně a aktivně pracovat s údaji nebo diskutovat o předložených faktech.

- Propojení činnosti s příslušným fyzikálním modelem musí být v rámci možností přímočaré a nemělo by vytvářet zavádějící představy. Vždy je třeba zdůraznit, co použitý model či analogie zobrazuje správně a v čem se děje v atomovém jádře od modelu odlišují.

Ve vytvořených aktivitách vyzdvihuji aktivní přístup studentů a potlačuji význam výkladu učitele. Aktivity respektují Kolbův cyklus učení, tj. studenti nejprve něco dělají nebo řeší nějaké úlohy a teprve na základě svých výsledků se postoupí k zobecnění nebo shrnutí příslušných zákonitostí. Na druhou stranu je nutné, aby tento přístup akceptoval i učitel. V případě, že příslušné činnosti předvede on frontálně celé třídě nebo je pouze popíše, mechanismy zážitkově pedagogického přístupu se neuplatní. Domnívám se ale, že i v tomto případě, kdy se neuplatní celý jejich potenciál, mohou vytvořené náměty přispět ke zkvalitnění výuky tématu jaderná fyzika na základních a středních školách.

Vytvořené aktivity jsou shrnuty ve dvou samostatných brožurách. Obě se staly součástí vzdělávacího programu společnosti ČEZ, a. s., *Svět energie*. Díky financím, které společnost ČEZ, a. s., do svého vzdělávacího programu investuje, mohly být obě publikace vytištěny barevně na kvalitním papíře a jsou učitelům, kteří o ně požádají, zasílány zdarma.

První z obou brožur s názvem *Jaderné hrátky* [142] vyšla na podzim roku 2006. Tato publikace navazuje na předchozí materiál společnosti ČEZ, a. s., s názvem *Domácí pokusy z jaderné fyziky* [144], z něhož převzala několik nápadů, které jsou zde dále rozpracovány a doplněny o možnosti dalšího zkoumání, hlubší vysvětlení a zajímavé informace. Publikace obsahuje celkem devět kapitol (aktivit), které se zaměřují na modelování jednotlivých jevů z jaderné fyziky pomocí jednoduchých a běžně dostupných pomůcek. Primárně je brožura určena žákům druhého stupně základních škol, ale mnoho

zajímavého a podnětného v ní naleznou i studenti středních škol, jejich učitelé a další zájemci, kteří se chtějí hravou formou dozvědět něco o atomech a atomových jádrech. Některé „hrátky" lze úspěšně realizovat i s dětmi mladšími.

Všechny kapitoly mají jednotnou strukturu. Nejprve je uvedena vhodná motivace pro popsanou činnost a stručně napsáno, čeho se daný model bude týkat. Potom následuje seznam potřebných pomůcek a podrobný návod, co dělat, čeho si všímat, co zapisovat apod. Poté je uvedeno poměrně stručné vysvětlení daných jevů, souvislosti se současným popisem atomu a jeho jádra, upozornění na slabiny použitého modelu, ale také nápady na další experimentování, přemýšlení nebo diskuzi. Asi polovina kapitol této publikace je rozdělena na dvě části. První část popisuje činnost jednodušší a časově méně náročnější, kterou zvládnou i mladší žáci, druhá část je určena pokročilejším zájemcům, vyžaduje obvykle nějaké další, např. matematické znalosti nebo je časově náročnější a vede k hlubšímu pochopení daného tématu. Stručnost i poměrná jednoduchost textu je dána tím, že se publikace obrací přímo na děti a žáky, ale také tím, že brožura byla koncipována jako sbírka nápadů na konkrétní činnosti, a ne jako učebnice jaderné fyziky.

Druhá publikace se jmenuje *Učíme jadernou fyziku* [143] a je učitelům k dispozici od jara 2008. Obsahuje sedm dalších, výrazně komplexnějších aktivit, ve kterých studenti zpracovávají experimentální údaje, vyhledávají informace, počítají a diskutují. Charakter námětů již tedy není experimentální a také úroveň je ve srovnání s náměty publikovanými v brožuře *Jaderné hrátky* poněkud vyšší. Z těchto důvodů nalezne tato publikace největší uplatnění zřejmě na středních školách, ale díky popsaným možnostem úpravy obtížnosti mohou popsané aktivity inspirovat i učitele ze základní škol či naopak obohatit úvodní vysokoškolské kurzy.

Text brožury se neobrací na žáky, ale přímo na učitele nebo případně další zájemce, kteří pracují s mládeží, např. jako vedoucí přírodovědných kroužků. Obsahuje mnoho technických a metodických poznámek týkajících se realizace dané činnosti, nápadů na další rozvíjení jednotlivých témat při výuce pokročilejších studentů, ale i návrhů na zjednodušení pro méně zkušené žáky. Zároveň je zde uvedeno také řešení všech úloh.

Kromě vlastních aktivit je brožura doplněna o kapitolu nazvanou *Paradoxní otázky*, ve níž je uvedeno několik zdánlivě paradoxních věcí týkajících se jaderné fyziky, které mohou velmi dobře sloužit jako motivace na začátku vyučovací hodiny nebo pro vytvoření problémové situace. V závěru brožury je uveden přehled veličin a jednotek, které se používají pro ionizující záření, a tabulka fyzikálních konstant.

Předpokládám, že přínosem brožury *Učíme jadernou fyziku* bude kromě vlastních námětů na aktivity také značné množství odkazů na zdroje zajímavých informací týkajících se jaderné fyziky, kterými mohou vyučující obohatit či zpestřit svoji výuku, zvětšit jimi zájem studentů o téma a také jim poslouží při zodpovídání otázek, jež jim žáci mohou v hodinách položit. Odkazy na zdroje informací jsou uváděny přímo v textu jednotlivých námětů a jsou doplněny přehledem dostupných vzdělávacích materiálů společnosti ČEZ, a. s., několika knih a elektronických materiálů v závěru publikace.

Odlišným zaměřením se obě publikace navzájem doplňují a měly by poskytnout učiteli inspiraci pro výuku celého tématu jaderná fyzika. Také předpokládám, a při vytváření obou brožur jsem to zohlednila, že vyučující nebudou přebírat celé navržené schéma aktivit. Spíše si vyberou jednotlivé činnosti či jejich části, které budou považovat za vhodné pro obohacení svých vyučovacích hodin.

5.4.1 Přehled vytvořených aktivit

V této podkapitole naleznete přehled všech aktivit z obou publikací.[2] Jedná se o přepracovanou a doplněnou kapitolu z brožury *Učíme jadernou fyziku*. Do brožury byla tato část zařazena proto, aby ulehčila učitelům orientaci ve všech aktivitách obou publikací. Kromě stručného popisu a konkrétních cílů jednotlivých aktivit navrhuji také jejich vhodné pořadí a v poznámkách upozorňuji na případné návaznosti či pojmy, se kterými musí být žáci předem seznámeni.

Pro snadnější orientaci je u názvu každé aktivity uvedeno, ve které brožuře je otištěna. Aktivity z brožury *Jaderné hrátky* mají označení (JH) a aktivity z publikace *Učíme jadernou fyziku* označení (UJF). Pokud aktivita úzce souvisí s některým očekávaným výstupem nebo učivem Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV [64]) nebo Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G [63]) upozorňuji na to u popisu aktivity v části označené RVP.

Jak již bylo uvedeno dříve, náměty na několik aktivit byly převzaty z materiálu *Domácí pokusy z jaderné fyziky* [144], na který volně navazují, a dopracovány. Několik námětů bylo také inspirováno několika, zejména zahraničními, publikacemi. Část aktivit vznikla přímo v rámci této práce. V přehledu aktivit uvádím případné zdroje, ze kterých bylo čerpáno.

[2] Obě publikace jsou přiloženy k této práci.

Jak velký je atom? (JH)

Cíl: Ukázat, že atom je nepředstavitelně malý a běžnými prostředky nedosažitelný.

Popis: Nejprve se žáci pomocí obrázku a výpočtu seznámí s tím, že zmenšení tisíckrát (tj. o tři řády) lze přibližně nahradit desetkrát provedeným půlením. Spočítají si, kolik půlení 10 cm dlouhého pásku papíru je třeba provést, abychom dostali „délku" odpovídající průměru atomu. Potom žáci provedou půlení tohoto pásku papíru. Běžnými nůžkami je proveditelná necelá třetina potřebného počtu půlení, což názorně ukazuje, že atom je pro nás nedosažitelně malý.

Pozn.: Podobnou aktivitu lze najít také v [132].

Rozptylování (JH)

Cíl: Přiblížit žákům metodu nepřímého měření.

Seznámit žáky s vytvářením hypotéz (resp. modelů) na základě výsledků pozorování.

Popis: Žáci pracují ve dvojicích. První z nich umístí pod neprůhlednou podložku nějaký předmět. Druhý posílá pod desku kuličku a podle směrů, do kterých se odrazila, se snaží uhodnout, jaký tvar má předmět pod podložkou.

Pozn.: Na tuto aktivitu přímo navazuje složitější aktivita s názvem *Pecka nebo puding*?

Tato aktivita byla inspirována činností popsanou v [145].

Pecka nebo puding? (JH)

Cíl: Seznámit žáky s principem rozptylového experimentu (příkladem nepřímého měření), kterým bylo objeveno atomové jádro.

Popis: Jedná se o model Rutherfordova pokusu. Místo zlaté fólie zde slouží sklenice (model jednoho atomu či jádra) a místo alfa částic žáci používají kuličky. Postupným pouštěním kuliček modelují svazek alfa částic. Ze záznamů úhlů, do kterých se kulička v závislosti na počáteční poloze rozptýlila, mohou studenti sestavit graf. Aktivita ale spíše slouží

k ilustraci průběhu experimentu než k měření závislosti úhlu rozptylu (přesnost je velmi malá). V textu jsou diskutována i zkreslení, kterých se použitý model dopouští.

Pozn.: Pro ilustraci principu rozptylového experimentu a metody nepřímého měření lze využít předchozí jednodušší aktivitu nazvanou *Rozptylování*.

Hmotnost fazolia (JH)

Cíl: Seznámit žáky s pojmy prvek, izotop/nuklid, izotopová směs.

Pomoci žákům pochopit (relativní) atomovou hmotnost jako průměrnou hmotnost atomů daného prvku.

Popis: Modelem různých izotopů jednoho prvku (s hypotetickým názvem fazolium) jsou různé druhy fazolí. Žáci určují složení této směsi a pomocí vážení a počítání fazolí určí průměrnou hmotnost jedné fazole přímo i jako vážený průměr hmotností jedné fazole každého druhu.

Pozn.: Pojem vážený průměr je zde vysvětlen. Není nutné, aby ho žáci znali a uměli používat předem. Je ale vhodné poukázat na jeho případné dřívější použití či naopak později žákům připomenout jeho užití v této aktivitě.

Tento námět vznikl přepracováním a doplněním aktivity uvedené v [146].

Štěpení jádra (JH)

Cíl: Seznámit žáky s kapkovým modelem jádra (modelem „jaderné kapaliny") jako jednou z možností, jak si představovat atomové jádro.

Ukázat žákům průběh štěpení atomového jádra v rámci kapkového modelu jádra.

Popis: Modelem jádra jsou mastné (olejové) skvrny na hladině vody. Pomocí např. příborového nože se žáci snaží skvrnu nejprve rozdělit na dvě, potom naopak spojit dvě skvrny v jednu a popisují chování olejových skvrn. Dále je zde uvedena diskuze, v čem se tento jednoduchý model shoduje s reálným popisem štěpení v rámci kapkového modelu jádra.

Aktivita je doplněna variantou složitější na realizaci, ve které si žáci nejprve připraví směs vody a alkoholu, ve které se vznáší kapka oleje. Tuto kapku pak následně „štěpí" a pozorují.

Pozn.: Složitější varianta aktivity byla uvedena již v materiálu [144]. Protože je ale poměrně obtížné vytvořit směs vody a alkoholu v takovém poměru, aby hustota směsi odpovídala hustotě oleje, byl uvedený pokus v rámci této práce nahrazen jednodušší variantou. I když se jedná pouze o dvoudimenzionální model, domnívám se, že si zachovává svoji názornost. Složitější prostorová varianta je ponechána jako možné rozšíření celé činnosti.

Fúze nebo štěpení? (UJF)

Cíl: Vysvětlit žákům pojmy hmotnostní úbytek (schodek) a vazbová energie jádra.

Na základě závislosti vazbové energie na hmotnostním čísle ukázat, proč lze energii získat slučováním lehkých jader a naopak štěpením těžkých jader.

RVP: Žák posoudí jadernou přeměnu z hlediska vstupních a výstupních částic i energetické bilance. (RVP G)

Společně s předchozí aktivitou pokrývá učivo jaderná energie (RVP ZV i RVP G), syntéza a štěpení jader atomů (RVP G).

Popis: Aktivita má několik části. V první si studenti na základě znalosti hmotností jednotlivých nuklidů sestaví tabulku vlastností atomových jader. Přitom se naučí nebo si zopakují převod mezi jednotkami energie joule (J) a elektronvolt (eV) a pojmy jako relativní atomová hmotnost, protonové a hmotnostní číslo.

V další části se na základě vytvořené tabulky a připravených úkolů žáci naučí určovat energii, kterou získáme nebo kterou musíme naopak dodat, pro různé jaderné reakce. V textu je proveden detailní výpočet několika důležitých reakcí.

V poslední části aktivity studenti vytvoří grafy závislosti vazbové energie a závislosti vazbové energie na jeden nukleon na hmotnostním čísle. Pomocí těchto grafů a návodných úloh jsou žáci vedeni k vysvětlení, proč lze energii získat slučováním lehkých jader a štěpením jader těžkých.

Pozn.: Pro zpracování údajů o vlastnostech jader a pro vytváření grafů je využito počítače, konkrétně vhodného tabulkového procesoru, např. MS

Excel. Hmotnosti nuklidů byly určeny[3] na základě údajů převzatých z IAEA (International Atomic Energy Agency) Nuclear Data Centre – Nuclear Data Service [147] a jsou pro žáky připraveny v tabulce, do které následně doplňují svoje další výsledky.

Názornou představu o průběhu štěpení a slučování jader podle kapkového modelu jádra mohou žáci získat pomocí předchozí aktivity *Štěpení jádra*. Jednotlivé typy jaderných přeměn, se kterými se zde pracuje, jsou obsahem aktivity s názvem *Jak (se) chránit před zářením?*

Kolik energie dává jaderná elektrárna? (UJF)

Cíl: Vytvořit u žáků představu o množství energie, které je možné získat štěpením uranu v jaderných elektrárnách v porovnání s jinými formami energie běžnějšími v každodenním životě.

RVP: Pokrývá částečně učivo jaderná energie a jaderná elektrárna. (RVP ZV i RVP G)

Popis: V první části aktivity je připraven pracovní list, pomocí něhož žáci spočítají teoretický výkon JE Dukovany. Výpočet je velmi zjednodušený, proto dává pouze řádovou shodu se skutečnou hodnotou (odlišnost výsledku je zde zdůvodněna). V druhé části si studenti sami navrhnou a spočítají nějaké vhodné přirovnání pro množství elektrické energie, kterou tato elektrárna vyrobí za 1 minutu.

Řetězové štěpení a jeho řízení (JH)

Cíl: Seznámit žáky s principem řetězové štěpné reakce a jejího řízení.

Popis: Pro modelování řetězové reakce je zde použito tzv. dominového efektu, při kterém se kostky domina (či jiné vhodné stavebnice) vzájemně postupně kácejí. Žáci sami vymýšlejí uspořádání kostek, které by ukázalo neřízenou a řízenou štěpnou reakci.

RVP: Aktivita pokrývá učivo řetězová štěpná reakce. (RVP ZV i RVP G)

[3] V databázi jsou ve skutečnosti uvedeny hmotnostní schodky jednotlivých atomů v jednotkách atomové hmotnostní konstanty. Vzhledem k tomu, že v rámci této činnosti se žáci s pojmem hmotnostní schodek seznamují, byly tyto údaje přepočítány na relativní hmotnost celých atomů, kterou žáci znají a jejíž použití je tedy didakticky vhodnější.

Pozn.: Podobnou aktivitu nalezneme v materiálech [144] a [146]. Protože se ale zejména v prvním z nich autorka dopouští nepřípustného zkreslení – místo řízení celé štěpné reakce v celém jejím průběhu modelují pouze zastavení jedné její větve, byla tato aktivita v rámci této práce a do publikace *Jaderné hrátky* přepracována a doplněna o vysvětlení.

Rozpad čočky (JH)

Cíl: Přiblížit žákům pravděpodobnostní povahu rozpadových procesů, pojem poločas rozpadu a exponenciální závislost počtu nerozpadlých jader na čase (rozpadový zákon).

RVP: Žák využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek. (RVP G)

Popis: V aktivitě se používají ploché předměty s rozlišitelnými stranami (např. mince, označená zrníčka čočky, ...). Tyto předměty se zamíchají a hodí na stůl. Zhruba polovina jich bude ležet označenou stranou nahoru – tyto předměty představují „jádra, která se během tohoto poločasu rozpadla". Tím byla namodelována doba jednoho poločasu rozpadu. Zamícháním „nerozpadlých" předmětů a dalším hodem modelujeme další poločas rozpadu. Počty „rozpadlých jader" za jednotlivé poločasy rozpadu se zaznamenávají do tabulky.

Dále jsou zde uvedeny náměty, jak studentům přiblížit stochastickou povahu procesu a nutnost velkého počtu jader.

Pozn.: Měřením poločasu přeměny se zabývá následující aktivita s názvem *Poločas poklesu pivní pěny*. Jako ukázka aplikace zákona jaderné přeměny může posloužit aktivita *Radioaktivní kalendář*, která se zabývá metodou radiouhlíkového datování.

Modelování radioaktivního rozpadu pomocí čočky je uvedeno např. v [144]. V publikaci *Jaderné hrátky* je ale rozšířeno, doplněno o vysvětlení a upozornění na nepřesnosti použitého modelu. Nově jsou zde uvedeny nápady na další zkoumání, zejména vlivu zákona velkých čísel.

Poločas poklesu pivní pěny (JH)

Cíl: Ukázat žákům průběh děje, který je podobný procesu radioaktivní přeměny a naznačit problémy s určením poločasu přeměny.

RVP: Žák využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek. Žák měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření. (RVP G)

Popis: Jedná se o jednoduchou laboratorní úlohu. Žáci proměří časovou závislost poklesu pivní pěny a provedou srovnání získaných experimentálních hodnot (s pomocí počítače) s chováním radioaktivního rozpadu a určí poločas poklesu pěny.

Pozn.: Pokud je k dispozici souprava GAMABETA i s doplňkovým zářičem o krátkém poločasu rozpadu, lze stejným postupem zpracovávat i data z měření skutečného radioaktivního rozpadu. Poločas přeměny může být žákům přiblížen pomocí předcházející poměrně jednoduché aktivity *Rozpad čočky*.

Velmi podobná aktivita [148] je popsána jako jeden z experimentů vhodných pro střední školy v rámci projektu Mariachi [149].

Radioaktivní kalendář (UJF)

Cíl: Seznámit žáky s principem radiouhlíkového datování archeologických nálezů a s mezemi použitelnosti této metody.

RVP: Žák využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek. (RVP G)

Popis: Jedná se o praktické použití rozpadového zákona. Nejprve je uveden krátký výklad o principu této metody a potom sada otázek k diskuzi a úloh k výpočtům, které mají studentům ukázat možnosti, přesnost, ale i omezení této metody určování stáří archeologických nálezů. V závěru kapitoly je uvedena řada zajímavostí a několik slavných příkladů použití této metody.

Pozn.: Aktivita předpokládá, že žáci znají zákon radioaktivního rozpadu a rozumí pojmu poločas rozpadu. S těmito pojmy se mohou seznámit v předchozích dvou aktivitách s názvy *Rozpad čočky* a *Poločas poklesu pivní pěny*. Úlohy jsou vhodné i pro žáky, kteří neumějí počítat s logaritmy – místo výpočtů mohou hodnoty buď odhadovat pomocí tabulky, nebo odečítat z připravených grafů.

Velmi jednoduchá aktivita týkající se počítání stáří archeologických vzorků je uvedena v [146] a stala se základem jednoho z řady úkolů, ze

kterých se celá kapitola skládá a které mají dovést studenty k pochopení radiouhlíkové metody a jejích omezení. Také je odtud převzat nápad na lineární interpolaci hodnot, aby aktivita byla použitelná i pro studenty, kteří neznají logaritmy. I když je možné neznámé hodnoty interpolovat, mnohem přesnější a pro studenty názornější je odečítání hodnot z grafů, které jsou ve vytvořené brožuře také otištěny.

Moje roční dávka (UJF)

Cíl: Ukázat žákům hlavní přírodní a umělé zdroje radioaktivního záření, kterému jsou v běžném životě vystavení, a jejich relativní příspěvek k roční efektivní dávce.

Seznámit žáky s pojmem efektivní dávka a její jednotkou sievert.

Popis: Aktivita obsahuje pracovní list, pomocí něhož si studenti jednoduše odhadnou efektivní dávku za poslední rok. Tuto hodnotu potom mohou porovnat s hodnotami, jež povolují normy, a s nebezpečnými hodnotami.

Pozn.: Účinky záření na organismus a ochranou organismů před zářením se podrobněji zabývá následující aktivita *Jak (se) chránit před zářením*?

Protože je vhodné, aby se vyučující před uvedením této aktivity dobře orientoval v základních veličinách a jednotkách, které se pro ionizující záření a v dozimetrii používají, byl do brožury jako dodatek zařazen jejich přehled.

Aktivita je částečně převzata z materiálu [144]. Hodnoty, ze kterých je efektivní dávka počítána byly ale ověřeny a případně nahrazeny aktuálnějšími hodnotami na základě zpráv Vědeckého výboru OSN pro účinky atomového záření (UNSCEAR, [150]), dále byly k aktivitě doplněny zajímavosti týkající se přírodní radioaktivity a doplněny zdroje konkrétních informací (měření) radioaktivity v běžném životě.

Jak (se) chránit před zářením? (UJF)

Cíl: Seznámit žáky se základními typy jaderného záření a jejich vlastnostmi.

Na základě znalosti schopnosti daného záření procházet látkou naučit žáky odhadnout nebezpečnost daného záření a navrhnout ochranu před ním.

RVP: Žák navrhne možné způsoby ochrany člověka před nebezpečnými druhy záření. (RVP G)

Aktivita pokrývá učivo ochrana lidí před radioaktivním zářením. (RVP ZV)

Popis: V první části aktivity si studenti vyhledají informace o třech základních typech jaderného záření (dle uvedeného seznamu otázek). V druhé části aktivity je uveden scénář diskuze, ve které lze studenty postupně dovést k formulování základních pravidel ochrany před radioaktivním zářením.

Pozn.: Tato aktivita úzce souvisí s předcházející aktivitou *Moje roční dávka*, která se zabývá zdroji záření.

Stopování elementárních částic (JH)

Cíl: Ukázat princip dráhových detektorů elementárních částic – bublinové a mlžné komory.

Popis: Velmi jednoduchý experiment – do perlivé vody hodíme několik zrníček soli, řetízek bublinek, který za zrníčkem vznikne, nám zviditelní pád zrníčka podobně jako bublinky či kapičky zviditelňují trajektorii elementární částice v těchto detektorech.

Pozn.: Aktivita je převzata z [151].

Na tuto velmi jednoduchou aktivitu lze navázat vyhodnocováním skutečných snímků z bublinové komory. Podrobný popis postupu, jak tuto činnost do výuky zařadit (včetně snímků a připravených výukových materiálů) lze nalézt na stránkách letního programu pro učitele fyziky, který pořádá mezinárodní laboratoř CERN. [129]

Atomové jádro v dějinách (UJF)

Cíl: Zasadit důležité fyzikální objevy z jaderné fyziky a aplikace tohoto oboru do historického a společenského kontextu.

Popis: V aktivitě jsou připraveny kartičky s důležitými objevy či událostmi týkajícími se jaderné fyziky a další kartičky s různými historickými či společenskými událostmi. Úkolem žáků je seřadit tyto události na časovou osu.

Pozn.: Tuto aktivitu lze kombinovat s následující aktivitou *Hrdinové jaderné fyziky.*

Hrdinové jaderné fyziky (UJF)

Cíl: Seznámit žáky s historickými osobnostmi, které hrály při rozvoji poznání atomu a atomového jádra významnou roli.

Ukázat lidský rozměr osobností podílejících se na rozvoji tohoto oboru.

Popis: Žáci v této aktivitě k sobě přiřazují kartičky se jmény významných vědců a jejich objevy. Kromě popisu objevu je na kartičce občas uvedena i nějaká podrobnost či zajímavost ze života daného fyzika.

Pozn.: Předchozí aktivita *Atomové jádro v dějinách* může vhodně doplnit tuto aktivitu.

Poslední dvě aktivity byly částečně inspirovány pracovními listy s obdobnými náměty uveřejněnými v [146].

Pokud porovnáme obsah vytvořených aktivit s obsahem učiva jaderné fyziky na základní škole a na střední škole, např. podle pojmového schématu tohoto tématu, jak ho uvádí Janás a Trna [139], zjistíme, že vytvořené aktivity pokrývají nebo se alespoň dotýkají veškeré probírané látky na obou stupních škol, až na problematiku konstrukce jaderného reaktoru a elektrárny, tj. problematiku jaderné energetiky. Toto téma nebylo do brožur zařazeno záměrně, protože v nabídce vzdělávacích materiálů společnosti ČEZ, a. s., již velmi kvalitní dokumenty zabývající se touto problematikou existují, např. v rámci Encyklopedie Energie [152].

5.4.2 Expertní posouzení obsahu obou brožur

Vzhledem k tomu, že z časových důvodů nebylo možné vyzkoušet všechny připravené aktivity přímo se studenty, oslovila jsem několik učitelů a požádala je o posouzení obou publikací z metodického hlediska. Publikace posuzovalo celkem osm učitelů. Pět z nich působí na gymnáziích – dva učí pouze ve vyšších ročnících gymnázia (jeden z nich ale ohodnotil pouze první brožuru), jeden učí výhradně na nižším gymnáziu a dva na obou stupních. Dále mezi posuzovateli byly dvě učitelky ze základní školy a jeden učitel ze střední

průmyslové školy. Posuzovatelé se také lišili délkou praxe, od začínajícího učitele po učitele s téměř třicetiletou praxí.

Hodnocení probíhalo formou polostrukturovaného dotazníku. Jednotlivé části obou publikací učitelé ohodnotili nejprve pomocí škál, a to ze dvou hledisek, z hlediska celkové zajímavosti (použitá škála: *velmi zajímavé – zajímavé – téměř nezajímavé – zcela nezajímavé*) a z hlediska použitelnosti příslušné aktivity ve škole se studenty (použitá škála: *přímo použitelné – lze použít s úpravami – inspirativní, ale nutno dopracovat – lze využít pouze několik drobností – naprosto nepoužitelné*).

Kromě hodnocení na uvedených škálách byli učitelé požádáni, aby se k jednotlivým částem obou publikací vyjádřili i slovně, aniž by jim byla dán nějaký rámec či rozsah očekávaného popisu. Této možnosti většina hodnotitelů využila. V místy i velmi obsáhlých slovních komentářích obvykle zdůvodňovali či komentovali hodnocení na škálách, což ulehčilo následnou interpretaci odpovědí, velmi často ale také poukazovali na silné i slabé stránky dané aktivity, možnosti modifikace a dalšího rozvoje nápadů uvedených v brožurách. Kromě toho, že tato volná vyjádření poskytla ucelenější obraz hodnocení obou brožur, stala se také velmi cenným materiálem pro budoucí rozvoj aktivit.

Tabulka 5.1 ukazuje hodnocení aktivit z brožury *Jaderné hrátky* na obou škálách. Je z ní jasně patrné, že jak zajímavost, tak použitelnost hodnotili učitelé poměrně velmi vysoko. Svým hodnocením mírně vybočuje pouze aktivita *Poločas poklesu pivní pěny*, kterou sice učitelé považovali za stejně zajímavou jako ostatní, ale její použitelnost už vnímali hůře. Ze slovních komentářů vyplývá, že problematičnost tohoto experimentu je jednak v jeho náročnosti na experimentální zručnost (sehranost měřící skupiny) a matematické zpracování, ale také v jeho pouhé „ilustrativnosti", tj. v tom, že pokles pivní pěny se neřídí přesně exponenciálním zákonem (jak je vidět i z hodnost uvedených jako příklad v této publikaci na str. 30). Učitelé ze středních škol komentovali některé aktivity (např. *Jak velký je atom?*, *Hmotnost fazolia* či *Štěpení jádra*) jako příliš jednoduché pro využití na střední škole (resp. vyšším stupni gymnázia), ale vynikající pro základní školu.

V hodnocení brožury jako celku vyzdvihovali hodnotitelé zejména hravost a nápaditost jednotlivých aktivit, zajímavé motivační a aktivizující prvky, vhodné obrázky, jednoduchý a přirozený jazyk, kterým je psána, ale i metodické zpracování, zejména přímo použitelné pracovní listy. Podle nich v brožuře nejsou výrazná slabá místa, bylo zmíněno pouze vysvětlení u aktivity *Hmotnost fazolia*, které se zdálo jednomu hodnotiteli hůře srozumitelné. Jiný učitel zase uvedl, že by ocenil detailněji rozpracované pracovní listy pro studenty i u dalších aktivit (např. u aktivit *Rozptylování* a *Pecka nebo puding*)

	velmi zajímavé	zajímavé	téměř nezajímavé	zcela nezajímavé	přímo použitelné	lze použít s úpravami	inspirativní, ale nutno dopracovat	lze využít pouze několik drobností	naprosto nepoužitelné
Jak velký je atom?	4	4			6	2			
Rozptylování	7	1			7	1			
Pecka nebo puding?	4	4			5	2	1		
Hmotnost fazolia	3	5			6	2			
Rozpad čočky	7	1			8				
Poločas poklesu pivní pěny	7	1			1	3	1	2	
Štěpení jádra	2	6			4	3	1		
Retězové štěpení a jeho řízení	4	4			4	4			
Stopování elementárních částic	5	3			8				

Tabulka 5.1: Hodnocení aktivit v brožuře *Jaderné hrátky*, čísla udávají počet učitelů, kteří na zadané škále zvolili příslušnou možnost.

Z komentářů u jednotlivých aktivit bylo patrné, že část hodnotitelů nápady uvedené v textu publikace inspirovaly k dalším navazujícím činnostem, které by mohli se svými studenty v hodinách uskutečnit.

Hodnocení druhé brožury *Učíme jadernou fyziku* je uvedeno v tabulce 5.2. Vzhledem k tomu, že její obsah je náročnější a některé její části značně přesahují učivo základní školy, bylo třeba při interpretaci hodnocení použitelnosti postupovat opatrněji zejména u hodnocení učitelek ze základní školy. Jedna z těchto učitelek označila první aktivitu této brožury jako „naprosto nepoužitelnou" a u druhé zvolila možnost „lze použít pouze drobnosti" s odůvodněním, že obě jsou příliš náročné a přesahují učivo ZŠ. Druhá učitelka první aktivitu nehodnotila vůbec s odůvodněním, že je vhodná pouze pro střední školy, a následující tři aktivity této publikace zařadila jako „použitelné s úpravami" tak, aby byly vhodné i pro žáky základní školy.

Z uvedené tabulky vidíme, že i aktivity v druhé brožuře hodnotí učitelé jako velmi zajímavé či zajímavé a pokud ponecháme stranou výše zmíněná hodnocení učitelek ze ZŠ, tak je možné je podle většiny hodnotitelů použít přímo nebo s úpravami. Pokud bychom porovnávali obě brožury, zjistíme, že tato je vnímána jako mírně zajímavější, ale méně přímo použitelná, i když při tak malém počtu hodnotitelů toto srovnání není nijak průkazné.

Z několika slovních komentářů uvedených v hodnocení jasně vyplývá, že informace obsažené v této druhé brožuře jsou zajímavé pro učitele i po od-

	velmi zajímavé	zajímavé	téměř nezajímavé	zcela nezajímavé	přímo použitelné	lze použít s úpravami	inspirativní, ale nutno dopracovat	lze využít pouze několik drobností	naprosto nepoužitelné
Fúze nebo štěpení?	6				4	1			1
Kolik energie dává jaderná elektrárna?	4	3			3	2	1	1	
Radioaktivní kalendář	6	1			4	3			
Moje roční dávka	6				5	1			
Jak (se) chránit před zářením?	4	2			4	1	1		
Atomové jádro v dějinách	4	2			4	2			
Hrdinové jaderné fyziky	4	2			4	2			

Tabulka 5.2: Hodnocení aktivit v brožuře *Jaderné hrátky*, čísla udávají počet učitelů, kteří na zadané škále zvolili příslušnou možnost, někteří učitelé ohodnotili pouze některé aktivity, proto se liší celkový počet hodnocení u některých aktivit.

borné stránce, případně text vnímali jako vhodný shrnující materiál, který jim umožní se na výuku tématu dobře připravit. Explicitně ocenili i zajímavosti a praktické informace, které aktivity doprovázejí a které by museli jinak zdlouhavě vyhledávat.

Mezi další klady, které učitelé ve svých slovních komentářích aktivit uváděli, patřila víceúrovňová obtížnost prvních tří aktivit (tj. *Fúze nebo štěpení*, *Kolik energie dává jaderná elektrárna?* a *Radioaktivní kalendář*) – učitelé by s celou třídou realizovali pouze jednodušší části a složitější činnosti by buď zadali zájemcům jako dobrovolnou práci, nebo by je využili v rámci výběrových seminářů. I v hodnocení této brožury někteří učitelé uváděli náměty na další rozvoj uvedených aktivit.

Tato brožura obsahuje ve své druhé části ještě několik kapitol určených vysloveně jako pomůcka pro učitele. Seznam paradoxních otázek pro oživení výuky, přehled veličin popisujících ionizující záření i odkazy na další zdroje informací o jaderné fyzice byly až na jednu výjimku vnímány jako velmi zajímavé či zajímavé, zejména díky tomu, že ulehčí učiteli práci s přípravou na vyučování.

Nejrozporuplnější hodnocení získala část věnovaná přehledu aktivit obou brožur. Část hodnotitelů ji vnímala jako zcela zbytečnou, protože si *každý kantor musí najít tu svou cestičku, jak téma pojmout*, druzí ji vnímali jako užitečný

přehled, který učiteli ulehčí práci. Obě skupiny ale výrazně ocenily uvedené vazby na Rámcové vzdělávací programy.

5.4.3 Zkušenosti z praxe

V tomto oddíle bych ráda shrnula několik zkušeností získaných při použití některých vytvořených aktivit v praxi.

Nejprve bych zmínila použití námětů *Fúze nebo štěpení?* a *Kolik energie dává jaderná elekrárna?* z brožury *Učíme jadernou fyziku* na dílně „Fyzika mikrosvěta" pro učitele fyziky v rámci společného semináře projektu Heuréka v Kyjově v září 2007 [153]. V rámci této dílny si mohli učitelé zvolit buď jednu z těchto dvou aktivit nebo jednu z aktivit z kvantové fyziky, které jsou popsány v následující podkapitole 5.5. Učitelé pracovali obvykle ve dvojicích a měli k dispozici počítač s internetem.

Úlohu o atomových jádrech řešilo celkem pět skupin. Jejich hlavními cíli bylo pochopit vazebnou energii jádra a vytvořit graf závislosti vazebné energie na jeden nukleon v závislosti na hmotnostním čísle. Tyto úkoly během 90 minut zvládly vyřešit všechny skupiny a většina z nich dále řešila i úlohy další. Na konci dílny nejvíce oceňovali fakt, že mohli pracovat se skutečnými údaji (hmotnostmi atomů) a z nich získat celou řadu poznatků, se kterými byli dříve pouze seznámeni.

Tímto úkolem se během uvedené dílny zabýval také jeden student 3. ročníku pořádajícího gymnázia. Pouze s malými nápovědami, které se týkaly hlavně efektivnější práce s tabulkovým procesorem MS Excel, tento student danou aktivitu také ve vymezeném čase úspěšně dokončil. V závěru dílny dokonce navrhl a vytvořil atypický graf, který ukazoval rozložení počtu atomů v závislosti na poměru protonového a neutronového čísla.

Jedna účastnice dílny, učitelka ze základní školy, se potýkala pomocí pracovního listu s výpočtem výkonu jaderné elektrárny Dukovany. Z její práce i komentářů bylo možné učinit závěr, že pracovní list je vhodný spíše pro studenty středních škol, protože čísla, se kterými se při výpočtu pracuje, jsou velmi malá nebo naopak velká, a je tedy nutné používat semilogaritmický tvar.

Ucelenější ověření použitelnosti obou publikací v praxi provedl RNDr. Jan Koupil v prvním pololetí školního roku 2007/2008 v kvartě (4. ročníku osmiletého gymnázia, odpovídá 9. ročníku ZŠ) Gymnázia Dašická v Pardubicích. Celému tématu atomové jádro a jaderná energie věnoval celkem 9 vyučovacích hodin a jednu laboratorní práci v rozsahu jedné vyučovací hodiny

(na laboratorní práci byla třída rozdělena na dvě skupiny). Předem dostal k dispozici jak brožuru *Jaderné hrátky*, tak rukopis brožury *Učíme jadernou fyziku*, výběr aktivit i materiálů, které ve výuce použije, byl ponechán na něm.

Následující přehled uvádí témata a učivo jednotlivých hodin, případné použité materiály z některé brožury a způsob jejich využití:

1. *Jádro atomu* – opakování dříve získaných znalostí, zejména z hodin chemie – brožury nebyly použity
2. *Rozměry atomů a jader* – využita aktivita *Jak velký je atom?*, včetně pracovního listu otištěného v brožuře *Jaderné hrátky* na str. 10
3. *Radioaktivita* – historie objevu a základní principy – brožury nebyly použity
4. *Radioaktivita* – pokusy se soupravou Gamabeta, typy záření, rozpadové řady – studentům byla nakopírována tabulka základních typů záření a jejich vlastností uvedená v publikaci *Učíme jadernou fyziku* na str. 52
5. *Laboratorní práce: Rozpad jader* – použita aktivita *Rozpad čočky*, včetně připravených tabulek a doplňkových úkolů týkajících se statistické povahy rozpadového zákona
6. *Radiouhlíková metoda datování* – využita aktivita *Radioaktivní kalendář*, studenti dostali okopírované grafické schéma principu této metody (viz str. 31 publikace *Učíme jadernou fyziku*), pomocí odečítání hodnot z grafu řešili část zde uvedených úloh (viz str. 35 tamtéž), při vlastním výkladu dr. Koupil využil jak uvedeného vysvětlení metody, tak některé rozšiřující informace a slavné příklady použití
7. *Praktické užití radioaktivity* – brožury nebyly použity
8. *Řetězová štěpná reakce, jaderná elektrárna* – brožury nebyly použity
9. *Ochrana před zářením* – při přípravě na vyučovací hodinu byl využit text a odkazy uvedené u aktivity *Jak se chránit před zářením?*, v samotné hodině ale přímo využita nebyla
10. *Přírodní záření* – využita aktivita *Moje roční dávka*, studenti použili zde uvedený pracovní list (str. 44-45 brožury *Učíme jadernou fyziku*), v hodině byly dále hojně využity uvedené zajímavosti a odkazy na další materiály

Z uvedených 10 vyučovacích hodin tedy brožury nebyly nijak využity celkově na čtyřech hodinách, na čtyřech z nich naopak vybraná aktivita tvořila jejich základ, pro zbývající dvě hodiny byly publikace využity buď okrajově nebo pouze v rámci přípravy.

Hodnocení RNDr. Jana Koupila průběhu pěti aktivit, které ve výuce použil, a celkové hodnocení práce s brožurami:

- Jak velký je atom?

  Studentům se jednoznačně podařilo uchopit myšlenku, že každé další půlení je náročnější než předchozí, a rozměr atomu je od našeho světa vzdálen mnoho půlení. Mírné komplikace způsobila vlnová délka světla uvedená v tabulce – doposud se o ní nic nedozvěděli, a tak bylo nutné odbočit, podařilo se ale dotaz využít jako motivační odrazový můstek.

- Rozpad čočky

  Aktivita byla realizována jako laboratorní práce, která žáky bavila. Z další práce ve třídě usuzuji, že aktivita přispěla alespoň u některých žáků k pochopení pojmu poločas rozpadu.

- Radioaktivní kalendář

  Aktivita měla jednoznačně úspěch. Studenty jednak překvapila myšlenka radiouhlíkového datování, jednak to, že jsou schopni z takové oblasti „počítat příklady".

- Moje roční dávka

  Se studenty jsme nejprve diskutovali, co všechno může přispívat k dávce záření, kterou člověk dostane za jeden rok. Poté jim byly rozdány dotazníky z brožury, které si vyplnili a na základě nich jsme pak dále rozebírali, zda jsme na některé faktory zapomněli, či zda jim přišly některé hodnoty dávek překvapující. Některé studenty aktivita zaujala, jiné ne. Jejím přínosem si nejsem úplně jist.

- Jak (se) chránit před zářením?

  Kapitola mi přijde jako vhodná pro přípravu učitele – na co nezapomenout při výuce tématu – nebo k tomu, aby si ji studenti „přečetli". Tabulka shrnující typy ionizujícího záření ušetří řadu práce a je vhodná i k tomu, aby studentům byla rozdána.

- Celkové hodnocení práce s brožurami

  Některé aktivity či texty obsažené v brožurách lze účelně využít při práci se třídou přímo, jiné mi byly inspirací či doplněním mého výkladu. Celkově mohu říci, že mi brožury při přípravě hodin jednoznačně pomohly, ať už proto, že mi ušetřily čas, nebo proto, že díky nim byly hodiny bohatší a zajímavější.

Díky tomu, že brožura *Jaderné hrátky* vyšla již na podzim roku 2006, získala jsem ohlasy z použití některých zde publikovaných aktivit i od dalších učitelů, kteří se sami rozhodli je zařadit do výuky. Jednalo se zejména o aktivity: *Jak velký je atom?*, *Rozpad čočky*, *Poločas rozpadu pivní pěny*. Dle učitelů žáci reagovali na aktivity vesměs pozitivně a aktivity také dokázaly naplnit výukové cíle.

Na základě hodnocení obou publikací a zkušenosti z použití v praxi se domnívám, že v obou brožurách se podařilo naplnit záměr, se kterým byly vytvářeny, tj. že se mohou stát užitečným pomocníkem, ale i zdrojem inspirace pro učitele, čímž mohou přispět ke zlepšení výuky jaderné fyziky. Publikace sice nenahradí plně učebnici, což si ani nekladly za cíl, ale mohou významně obohatit výuku a jsou vhodné k tomu, aby je učitel dle svého uvážení zařazoval do výuky.

5.4.4 Propagace a další rozvoj

První brožuru jsem prezentovala ve svém vystoupení na Veletrhu nápadů 11 v roce 2006 v Olomouci [154], obě brožury na semináři ve Vlachovicích [155] a dále se podílím na jejich propagaci na přednáškách a seminářích pro učitele rámci vzdělávacího programu Svět energie společnosti ČEZ, a. s.

Jak vyplynulo ze slovních komentářů některých hodnotitelů, bylo by možné celou řadu vytvořených aktivit dále rozvíjet či je obohatit o další pracovní listy a poznámky vycházející ze zkušeností získaných z průběhu práce studentů na zadaných úkolech. Z těchto důvodů bych ráda v budoucnu z obsahu obou brožur vytvořila webové stránky, které by se staly přirozeným místem, kam by bylo možné další vytvořené materiály, ale i pouze drobnější postřehy umísťovat.

5.5 Aktivity z kvantové fyziky

Jednou z částí fyziky mikrosvěta je i kvantová fyzika, která přinesla zcela nový matematický popis, ale i přístup k fyzikálním jevům, které probíhají v mikrosvětě. Protože matematický aparát kvantové fyziky je na středoškolské úrovni neuchopitelný, omezuje se učivo této oblasti probírané na střední škole na popis pokusů, které vedly ke vzniku kvantové fyziky, popis či grafické znázornění výsledků řešení některých úloh a na několik aplikačních témat.

Veřejnosti je kvantová fyzika známa jako poněkud tajuplná a podivná teorie. Možná i tento fakt zvyšuje zájem studentů o tuto oblast. Přesto jak je v úvodních částech této kapitoly uvedeno, neexistuje mnoho materiálů a námětů, jak vyučovat toto téma na středoškolské úrovni tak, aby studenti sami mohli objevovat alespoň některé zákonitosti.

Nedostatek vhodných materiálů a námětů pro aktivizující formy výuky této oblasti byl hlavním impulzem pro vývoj aktivit popsaných v následujícím oddíle. Tento impulz byl ještě posílen žádostí o přípravu a vedení víkendového semináře o kvantové fyzice pro učitele zapojené do projektu Heuréka, kteří sami také tento nedostatek pociťovali. Protože do tohoto projektu jsou zapojeni zejména učitelé, kteří hledají nové přístupy k výuce a ústředním tématem tohoto projektu jsou heuristické metody výuky, očekávala jsem, že aktivizující a zážitkový přístup jim bude blízký a vytvořené aktivity dále využijí.

5.5.1 Vytvořené aktivity

V tomto oddíle naleznete stručný popis obsahu a průběhu tří rozsáhlejších aktivit, které byly připraveny a uvedeny na víkendovém semináři *Vybrané kapitoly z kvantové fyziky*, který byl určen pro učitele zapojené do projektu Heuréka.

Aktivity byly rozpracovány do podrobných postupů (viz příloha D), podle kterých účastníci pracovali převážně ve dvojicích. Každá skupina měla k dispozici notebook, pomocí kterého řešila předložené úkoly. Během samostatné práce měli možnost kdykoli se zeptat či požádat o pomoc, pokud narazili na nějaký problém nebo jim bylo zadání nesrozumitelné. Jako vedoucí semináře jsem také neustále procházela mezi jednotlivými skupinami a v případě potřeby radila či komentovala řešení. Vždy po cca 90 minutách samostatné práce se všichni účastníci sešli, aby se navzájem seznámili s úspěchy a společně prodiskutovali získané výsledky a závěry.

Od spektra atomu vodíku k jeho struktuře

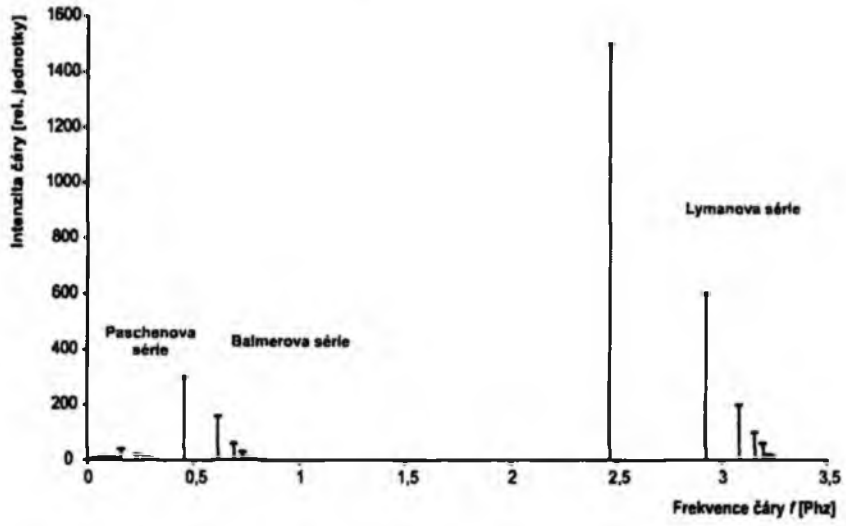
Při výuce spektra atomu vodíku je obvykle studentům sdělena existence sérií spektrálních čar, aniž by měli možnost sami se pokusit nějakou pravidelnost ve spektru atomu vodíku zahlédnout. Podobně je to i s Ritzovým kombinačním principem, jež popisuje frekvence spektrálních čar a který je také obvykle studentům předložen jako fakt, v některých případech alespoň s ověřením pro některé viditelné spektrální čáry. Cílem této aktivity bylo nechat účastníky semináře objevit uvedené vlastnosti spektra atomu vodíku samostatně.

Nejprve řešitelé obdrželi experimentálně naměřené spektrum vodíku získané z databáze atomových spekter [156]. Protože bylo možné celé aktivitě věnovat dostatek času a také jsem považovala za účelné, aby učitelé měli možnost pracovat s údaji, které si mohou sami vyhledat, bylo nutné, aby si učitelé tato data nejprve upravili podle návodu. To znamená, aby vybrali pouze relevantní údaje (vlnovou délku a intenzitu čar, databáze nabízí o každé spektrální čáře údajů mnohem více), přepočítali vlnovou délku na frekvenci a „uměle" snížili rozlišení spektroskopu (sloučili velmi blízké čáry), protože některé čáry jsou rozštěpeny na multiplety díky jemným efektům (např. spin-orbitální interakci), jejichž vliv na této úrovni zatím studovat nechceme.

Pro urychlení aktivity, zejména při použití se studenty v rámci běžné výuky, je možné tento krok zcela přeskočit a studentům dát tabulku frekvencí a intenzit spektrálních čar již připravenou. I v tomto případě si ale myslím, že by bylo vhodné studentům danou databázi ukázat a velmi stručně okomentovat, jak byly údaje upraveny a proč.

Pomocí sledu dílčích úkolů byli účastníci semináře vedeni k tomu, aby se nejprve v celém spektru atomu vodíku zorientovali a následně se pokusili v něm vysledovat nějakou pravidelnost či zákonitost. V grafu závislosti intenzity spektrální čáry na frekvenci lze poměrně jednoduše vysledovat „vzor", který se několikrát zopakuje a spektrální čáry lze podle tohoto vzoru rozdělit na jednotlivé skupiny = série a „odhalit" i některé jejich vlastnosti. Tato část nečinila učitelům větší potíže, protože daný graf je velmi názorný (viz obr. 5.1).

Další krok této aktivity se zabýval matematickým popisem frekvence čar v Lymanově sérii a účastníci řešili tento problém společně. Nejprve navrhovali analytické tvary funkcí, které by umožňovaly z pořadového čísla čáry spočítat její frekvenci. Po navržení různých typů funkcí diskutovali jejich vhodnost – např. se shodli na tom, že pro rostoucí pořadové číslo n (pořadové číslo čáry rostlo společně s frekvencí čáry) by limita hledané funkce měla být spíše konečná než nekonečná. Díky tomu bylo možné některé navržené vzorce



Obrázek 5.1: Závislost intenzity spektrální čáry atomu vodíku na frekvenci, série jsou barevně odlišeny

vyloučit. Na základě matematických vlastností daných funkcí také někteří účastníci udělali první odhady velikostí neznámých parametrů.

Po nalezení vhodných vztahů již opět jednotlivé dvojice samostatně hledali neznámé koeficienty pomocí (vícedimenzionální) metody nejmenších čtverců pomocí doplňku **Řešitel** v programu MS Excel.[4] Tímto postupem byl z navržených vzorců vybrán ten, který nejlépe popisuje frekvence v Lymanově sérii. Daný vztah byl následně použit i pro matematický popis dalších sérií. Také pro ně účastníci nalezli hodnoty parametrů (stejnou metodou jako pro Lymanovu sérii). Číselné hodnoty nalezených parametrů umožnily jednoduše zahlédnout, že vztahy pro jednotlivé série lze spojit do jediného vzorce, který dokáže velmi přesně předpovědět frekvenci spektrální čáry v závislosti na dvou parametrech – čísla série m a čísla čáry n v dané sérii. Jedná se vlastně o již zmíněný Ritzův kombinační princip, který byl tímto způsobem „odhalen" na základě studia experimentálních údajů.

Během semináře se ukázalo, že limitujícím faktorem v této části aktivity byla zkušenost účastníků v práci s programem MS Excel, případně znalost metody nejmenších čtverců a zkušenost s používáním doplňku **Řešitel**. Přes tyto

[4] Tento doplněk je součástí základní verze programu MS Excel, ale protože není obsažen ve standardní instalaci, je obvykle nutné ho nainstalovat. Protože většina učitelů s ním neuměla pracovat, byly jim základní kroky celého postupu frontálně ukázány, k dispozici dostali také samostatný návod. Většinou ale využili možnosti se o celém postup poradit s vedoucí semináře a zkušenějšími kolegy.

problémy byly téměř všechny skupiny (s případnou technickou dopomocí) schopny tuto část aktivity také úspěšně dokončit. Pro použití na střední škole (např. v rámci fyzikálního semináře) učitelé doporučovali naučit studenty používat doplněk `Řešitel` dříve na nějaké jednodušší úloze. Za tohoto předpokladu považovali i tuto část aktivity za zvládnutelnou i středoškoláky.

Poslední část celé aktivity využívala již poznatků o kvantové povaze elektromagnetického záření (světla), která nijak nevyplývá z předcházejících kroků. Při použití ve výuce studentů, kteří se s danou problematikou seznamují poprvé by bylo nutné tuto část zařadit až poté, co bude nutnost kvantového popisu interakce elektromagnetické záření s látkou probrána např. na vnějším fotoelektrickém jevu (viz následující aktivita) nebo na Comptonově rozptylu. Na semináři ale byli učitelé, kteří danou problematiku znají, proto uvedená část přímo navazovala a kvantování elektromagnetického záření bylo před následujícím krokem pouze připomenuto.

V této části aktivity byly účastníkům předloženy dvě hypotézy (viz str. 219), které vysvětlují vznik diskrétního spektra vodíku. Úkolem řešitelů bylo tentokrát již ve větších (přibližně pětičlenných) skupinách hledat argumenty, které by jim pomohly rozhodnout mezi oběma konkurenčními hypotézami. Své závěry následně prezentovali při společné diskuzi. V rámci ní účastníci dávali přednost druhé hypotéze (hypotéze o existenci diskrétních energetických hladin v atomu vodíku) před první (hypotéza říká, že energie elektronu může být libovolná, ale elektron vyzařuje pouze povolené hodnoty energie) a opírali se hlavně o pocit jednoduchosti či větší přirozeností této hypotézy, případně navrhovali další experimenty, které by mohly ukázat, která z obou hypotéz je pro popis atomu vodíku vhodnější. Z celé diskuze bylo názorně vidět, že pokud máme více hypotéz, které všechny dokáží vysvětlit výsledky nějakého experimentu, nelze pouze na základě tohoto pokusu rozhodnout, která z nich je správná a která nikoli. Lze si pouze vybrat hypotézu, která se nám zdá jednodušší či elegantnější, nelze ale jiná možná vysvětlení zcela odmítnout.

S popisem spektra atomu vodíku a existencí diskrétních energetických hladin, které toto spektrum vysvětlují, jsou středoškolští studenti obvykle pouze seznámeni. Pomocí výše popsané aktivity se k uvedeným poznatkům mohou dopracovat mnohem samostatněji a lépe si uvědomit, jak nám tento model atomu pomáhá pochopit spektrum vodíku.

Celá aktivita byla inspirována příspěvkem L. Koopmana [157] z konference GIREP 2006. Námět byl ale přepracován pro podmínky naší školy a rozšířen o nové úkoly. Nově bylo doplněno použití intenzity spektrálních čar pro odhalení existence sérií a zcela bylo přepracováno hledání koeficientů při fitování funkcí tak, aby byl využíván pouze běžně dostupný software.

Posviťme si na kovy

Tato aktivita se zabývala popisem a vysvětlením vnějšího fotoelektrického jevu. Ke studiu tohoto jevu byla využita počítačová animace *Photoelectric Effect* z kolekce appletů PhET (Physics Education Technology, [158]).

Vzhledem k tomu, že se semináře účastnili učitelé fyziky, kteří by měli tomuto jevu rozumět, byli nejprve požádáni, aby se pokusili stručně zformulovat jeho podstatu. Ukázalo se, že některým z nich to dělalo problémy. Další úkoly již byly řazeny i formulovány tak, jak by je mohli učitelé použít i se studenty.

Nejprve pomocí výše zmíněné animace účastníci objasnili průběh celého jevu a také kvalitativně popsali závislost velikosti procházejícího proudu na frekvenci a intenzitě světla. Následně uvedené závislosti pomocí appletu i „proměřili" a sestrojili příslušné grafy.

V dalším kroku se účastníci zaměřili na vliv, který má na pohyb elektronů přiložené napětí. Jejich úkolem bylo vymyslet způsob, jak by bylo možné pomocí změny napětí určit maximální kinetickou energii, se kterou elektrony opouštějí kovovou desku. Následně „proměřili" její závislost na charakteristikách použitého světla a sestrojili příslušné grafy.

Po experimentálním prostudování fotoelektrického jevu následovala část věnovaná hledání vysvětlení = teoretického popisu. Tuto část sice řešila nejprve každá dvojice samostatně, ale následně byly veškeré nápady, ale i problematické partie diskutovány společně.

Nejprve se účastníci zamýšleli nad tím, jak by měly vypadat proměřené závislosti, pokud by se světlo svoji podstatou podobalo vlnění – např. vlnění na vodě. Protože závislosti očekávané pro vlnění se odlišovaly od experimentálně nalezených závislostí popisujících fotoelektrický jev, bylo nutné představu světla jako vlnění opustit.

V další části byla řešitelům nabídnuta představa světla jako proudu „kuliček". Ukázalo se, že pokud by intenzita světla odpovídala počtu kuliček, elektron interagoval vždy s jedinou „světelnou" kuličkou a energie kuličky byla úměrná frekvenci světla, potom by se naměřené závislosti daly touto představou velmi dobře vysvětlit.

Následující úkoly již směřovaly k matematickému popisu. Většině dvojic se podařilo jednoduchou analýzou naměřených hodnot sestavit Einsteinovu rovnici pro vnější fotoelektrický jev a za největší úspěch i odměnu považovali fakt, že ze svých „naměřených" hodnot určili Planckovu konstantu, která se s přesností asi 5% shodovala s tabulkovou hodnotou.

Vzhledem k tomu, že aktivita byla připravena pro učitele, byly jim v závěru pracovního listu nabídnuty další rozšiřující úkoly týkající se dalších modelů

a metodiky (více viz příloha D). Tyto metodické náměty byly převzaty z materiálu S. McKagana [159, 160], který je součástí metodické části zmíněné kolekce appletů.

Celkově tuto aktivitu učitelé hodnotili jako vhodnou i pro starší středoškolské studenty, zejména pro více motivované studenty navštěvující fyzikální semináře. Za velmi dobrý nápad považuji také možnost, zadat „prozkoumání" appletu a proměření hodnot jako domácí práci a v hodině pracovat již s naměřenými hodnotami (tento přístup také řeší problémy s technickým zajištěním průběhu celé aktivity).

Dvojštěrbina – to není jen dvakrát tolik štěrbin

Tato aktivita byla inspirována materiálem L. Koopmana *Quantummechanica aan den lijve ondervinden* [161] a způsobem, jakým je částicově-vlnová povaha světla vysvětlena v učebnicích fyziky R. Feynmana [162].

První část aktivity byla věnována popisu interference vlnění. Účastníci si nejprve samostatně odvodili vzorec pro interferenci dvou vlnění v blízkém poli a své výsledky porovnali s videonahrávkou a počítačovou simulací interference vlnění na vodě. V dalším kroku účastníci provedli aproximaci pro stínítko ve velké vzdálenosti v porovnání s vlnovou délkou a vzdáleností obou zdrojů resp. štěrbin. Získané výsledky porovnali s interferenčním obrazcem světla. Na semináři byly k dispozici fotografie tohoto obrazce a školní demonstrační souprava *Vlnová optika*, která umožnila skutečné pozorování interferenčního obrazce.

Tyto dvě části aktivity účastníci řešili ve dvojicích a po počátečních matematických obtížích se většině z nich podařilo příslušná odvození provést. Původně bylo plánováno, že si průběhy funkcí účastníci zobrazí pomocí programu MS Excel, ale na semináři jedna z účastnic představila jednoduchý freewarový program MatMat [163], který se k tomuto účelu hodil mnohem lépe.

Z časových důvodů bylo nutné průběh aktivity trochu urychlit, a proto další úkoly již účastníci řešili v rámci společné diskuze. Nejprve jim byl představen model „dvou děl" (viz [162] kap. 37, s. 496-507) jako částicový model dvojštěrbinového experimentu. Společně prodiskutovali průběhy a výsledky „experimentů s jedním a dvěma děly".

Poslední část se věnovala již samotné interferenci elektronů na dvojštěrbině. Protože tento jev nebylo možné experimentálně provést na rozdíl od zkoumání vlastností vln na vodě či světla, ani jsme se nemohli spolehnout na zkušenost z běžného života jako u „experimentu" s děly, bylo nutné se

uchýlit k počítačové simulaci. K demonstraci tohoto jevu byl použit program *Dualismus* [164], který ukazuje průběh dvouštěrbinového experimentu s elektrony. Účastníci porovnávali jak samotný průběh, tak výsledný obrazec s interferencí dvou vlnění a modelem dvojštěrbiny jako dvou „nepřesných" děl. Společně došli k závěru, že chování elektronů se v průběhu dvojštěrbinového experimentu podobá spíše dělovým koulím (elektron dopadne na jedno konkrétní místo, vždy dopadne celý elektron), ale výsledek pokusu odpovídá výsledkům interference vlnění (vznik interferenčního obrazce).

Průběh této aktivity na semináři byl ovlivněn únavou účastníků, protože se jednalo o téměř poslední aktivitu na konci intenzivního dvoudenního semináře. Přesto se učitelům líbila, ocenili zejména program *Dualismus* pro demonstraci interference elektronů. Z důvodu vyšší matematické náročnosti úvodních partií celé aktivity, nepovažovala většina účastníku úplně za možné či vhodné dělat podobnou aktivitu přímo se studenty. Koncepce aktivity pro ně ale byla inspirující v tom, jak problematiku korpuskulárně-vlnového dualismu pojmout ve výuce.

5.5.2 Semináře pro učitele a praktické zkušenosti

Jak již bylo zmíněno, vytvořené a výše popsané aktivity byly součástí víkendového semináře *„Vybrané kapitoly z kvantové fyziky"*, který se zabýval aktivizujícími formami výuky kvantové fyziky. Zúčastnilo se ho celkem 24 učitelů zapojených do projektu Heuréka a konal se 18. – 20. května 2007 na ZŠ Červený vrch.

Seminář začínal v pátek v podvečer. Po úvodním seznámením s organizací a programem semináře, byli účastníci rozděleni na čtyřčlenné skupiny. Jejich úkolem bylo diskutovat nad otázkou „Co je základní esencí kvantové fyziky aneb co dělá kvantovku kvantovkou?". Ze svých nápadů poté vybrali ty nejlepší, se kterými seznámili i ostatní. Tato diskuze sloužila jednak ke zmapování pohledů a úrovně jednotlivých účastníků, jednak k nastavení tvořivé atmosféry celého semináře. Společná diskuze byla zarámována citáty několika fyziků, kteří stáli u zrodu kvantové fyziky. Na tuto diskuzi navazovalo promítnutí půlhodinového populárního filmu *QED – Light, Matter and the Void* [165], který jsem pro seminář opatřila českými titulky. Po filmu následovala diskuze nad modely jednotlivých fyzikálních jevů, které byly ve filmu použity.

Sobotní dopoledne a krátká část odpoledne byly věnovány aktivitě týkající se spektra atomu vodíku (*Od spektra atomu vodíku k jeho struktuře*) a na ni

navazovalo zkoumání vnějšího fotoelektrického jevu (aktivita *Posviťme si na kovy*).

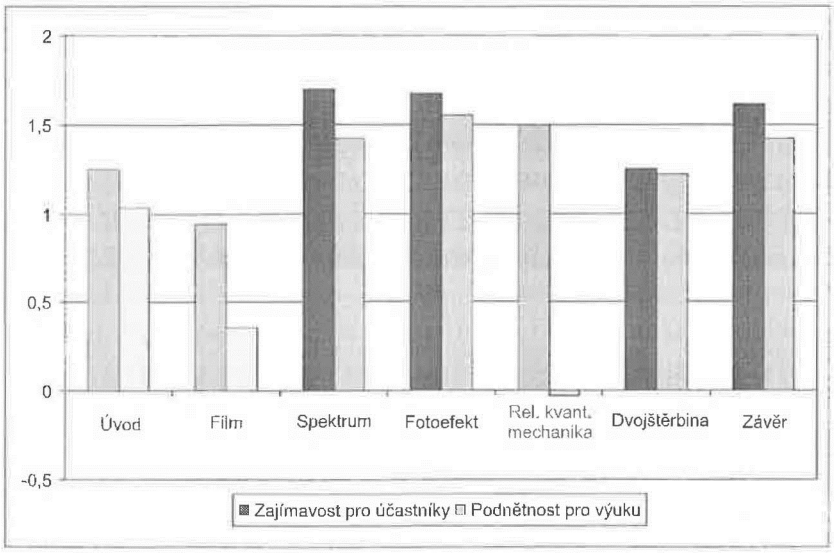
Odpolední program byl ukončen krátkým seznámením s alternativním přístupem k výkladu Comptonova rozptylu (odlišného od tradičně uváděného v učebnicích). Tento přístup prezentovali A. Lacina a H. Martinásková na konferenci Moderní trendy v přípravě učitelů v dubnu 2007 [127]. Narozdíl od učebnice nepředpokládají existenci fotonu, ale postupují podobně jako u výkladu fotoelektrického jevu, tj. z důvodu selhání vlnové představy o povaze světla při vysvětlení výsledků Comptonova rozptylu předpokládají *interakci určitých částí dopadajícího vlnového pole (zatím nevíme, jak velkých) s jednotlivými elektrony* a k fotonové představě postupně dospívají. Díky tomu může výklad Comptonova jevu být uveden nezávisle na fotoelektrickém jevu.

Na večer bylo připraveno interaktivní povídání (přednáška) o základech relativistické kvantové mechaniky, jejímž cílem bylo učitelům ukázat, jak lze základní rovnice relativistické kvantové mechaniky odvodit a jak z nich plynou dvě nejdůležitější předpovědi této teorie – spin jako další stupeň volnosti a existence antičástic. Nejednalo se ale o pouhé popularizační „povídání", přednáška obsahovala veškerá matematická odvození, která byla upravena a převedena do takových zápisů (formalismu), které jsou učitelům známy.

Větší část nedělního dopoledne zabrala práce na aktivitě týkající se dvojštěrbinového experimentu (*Dvojštěrbina – to není jen dvakrát tolik štěrbin*). Na závěr semináře byl proveden přehled vlnových a částicových vlastností elektronů a fotonů, se kterými jsme se na semináři setkali.

Učitelé náměty i celý seminář hodnotili velmi pozitivně, což dokládá graf na obrázku 5.2, který zachycuje číselná hodnocení jednotlivých částí semináře ze závěrečné ankety. Zde je vidět, že připravené aktivity společně se závěrečným shrnutím byly zajímavé jak pro učitele osobně, tak byly vnímány i jako podnětné pro výuku. Domnívám se, že mírně horší hodnocení třetí aktivity v porovnání s prvními dvěma lze přičíst únavě účastníků v závěru semináře. Večerní přednášku o relativistické kvantové mechanice účastníci hodnotili jako velmi zajímavou pro ně osobně, ale její přínos pro výuku jako neutrální, resp. nepřímý.

Úspěšnost semináře byla patrná i ze slovních vyjádření v této anketě i dalších ústních či písemných sdělení účastníků. Na připravených aktivitách ocenili hlavně fakt, že názorně vedly k cíli a jsou přímo či s drobnými úpravami využitelné i ve středoškolské výuce (hlavně v rámci výběrových seminářů pro zájemce nebo maturanty). Vzhledem ke značné časové náročnosti, pokud řešitelé pracují opravdu zcela samostatně, zvažovali jejich budoucí využití spíše



Obrázek 5.2: Hodnocení jednotlivých částí semináře Vybrané kapitoly z kvantové fyziky. Účastníci (učitelé) hodnotili u každé části její zajímavost pro ně samotné a podnětnost pro výuku na škále +2 (skvělé) po -2 (příšerné).

ve výběrových seminářích. Další možnosti snížení časové náročnosti přímo ve výuce spatřovali v tom, že část úkolu (např. „měření" pomocí appletu) lze zadat jako domácí úlohu nebo studenty při práci více vést (např. obtížnější kroky dělat s celou skupinou dohromady). Za přínos celého semináře také označili fakt, že se sami o tomto tématu dozvěděli mnoho nových věcí a dřívější poznatky si utřídili a prohloubili.

Dále velmi kladně hodnotili zvolenou organizaci semináře – samostatnou práci v malých skupinách (až na malé výjimky se jednalo o dvojice) u počítače (notebooku) doplňovanou společnými diskuzemi, shrnutími a výměnou nápadů. Tato forma práce byla zvolena hlavně kvůli velmi různorodé odborné úrovni jednotlivých účastníků, protože umožňovala, aby každá dvojice pracovala vlastním tempem (účastníkům bylo na začátku semináře doporučeno vytvořit dvojice tak, aby úroveň či nasazení lidí bylo přibližně stejné). Dále se potvrdilo, že velmi důležité pro zvolený styl práce jsou detailně připravené materiály, které vedou jednotlivé skupiny „krok po kroku" k cíli, a možnost, aby řešitelé mohli kdykoli požádat o pomoc či kontrolu výsledků.

Úlohu týkající se vnějšího fotoelektrického jevu (*Posviťme si na kovy*) řešili i učitelé v rámci dílny s názvem „Fyzika mikrosvěta", kterou jsem vedla v ramci semináře projektu Heuréka v Kyjově 2007. Tuto úlohu řešily celkem

tři skupiny, dvě skupiny učitelů, kteří se ve svém hodnocení aktivity shodovali s účastníky květnového semináře, a jedna dvojice studentů třetího ročníku pořádajícího gymnázia. Studenti úlohy zvládli vyřešit v podstatě jen s mírnou dopomocí, která se týkala práce s programem MS Excel a vysvětlení vztahu pro výpočet práce vykonané elektrickým polem při urychlení elektronu, protože tuto látku ještě v hodinách fyziky neprobírali. Práce studentů ukázala, že pro motivované středoškolské studenty je úloha zvládnutelná. Společně s vyučujícím fyziky těchto studentů Mgr. Vlastimilem Havránkem se domnívám, že u méně motivovaných studentů nebude zásadním problémem celková obtížnost úkolů, ale spíše jejich časová náročnost, tj. že je nebude bavit věnovat tolik času jednomu problému.

Při přípravě aktivit pro učitele jsem se obávala, že díky předchozí znalosti tématu, budou učitelé přistupovat k zadání úloh zcela odlišným způsobem než studenti, kteří se s ním seznamují poprvé. Ale během jejich práce na úlohách jsem mohla několikrát pozorovat, že teprve po vlastním vyřešení předloženého problému a vytvoření si jasnějšího obrázku zkoumané vlastnosti nebo jevu si uvědomili, že tyto fakta jim byla kdysi „sdělena", že to „vlastně znají". Úloha jim pomohla propojit si je s dalšími poznatky.

Z reakcí účastníků semináře i dílny lze udělat závěr, že aktivní poznávání zákonitostí mikrosvěta pomocí počítače, jež umožňuje práci s experimentálními daty nebo grafickou simulaci dějů, je oslovilo a považují ho i za vhodný přístup pro středoškolské studenty – i když spíše pro fyzikální semináře než pro běžné hodiny fyziky.

5.5.3 Publikace a další plány

Z květnového semináře *Vybrané kapitoly z kvantové fyziky* vznikl soubor elektronických materiálů, který obsahoval zadání a řešení všech aktivit uvedených na semináři, ale také další podpůrné či nějak související materiály a podrobné poznámky o průběhu semináře a nápadech, které na něm zazněly [166]. Tyto podklady dostali účastníci semináře.

Protože se ale jednalo o interní materiály, snažila jsem se zpřístupnit vybrané tři aktivity i širší veřejnosti. Základní popis a zadání aktivit včetně vstupních dat připravených pro práci studentů a vzorových řešení jsem uveřejnila na internetu [167]. O vzniku a obsahu aktivit jsem přednesla příspěvek a publikovala článek ve sborníku konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 12 v srpnu 2007 v Praze [168]. Zkušenosti a závěry z uvedení jedné aktivity na dílně semináře projektu Heuréka v Kyjově jsem popsala do sborníku tohoto semináře [153].

V rozvíjení připravených aktivit bych ráda pokračovala i nadále. V první řadě chci u stávajících aktivit přepracovat zadání úloh určená pro učitele na metodické materiály, tj. doplnit metodické a další poznámky, a vytvořit vhodné pracovní listy pro studenty. Dále bych se chtěla zaměřit na tvorbu aktivit nových.

5.6 Projekt Orbitaly

Podle podrobného výzkumu žákovských prekonceptů a výukových obtíží [169, 170] je výuka kvantově-mechanického modelu atomu velmi náročná. U mnoha studentů jediný „obraz" atomu, který mají, odpovídá Bohrově modelu atomu, tj. elektrony se pohybují kolem jádra podobně jako planety kolem Slunce. Za pozitivní lze považovat fakt, že část studentů si je vědoma toho, že tato představa není správná [170]. Závěry těchto výzkumů odpovídají zkušenostem, které jsem získala vedením cvičení k úvodní přednášce z kvantové fyziky pro studenty učitelských oborů na naší fakultě (tato cvičení vedu od akademického roku 2004/2005).

V literatuře můžeme také najít nové přístupy, které se snaží obtíže spojené s pochopením kvantově-mechanického modelu atomu překonat. Jmenujme alespoň jeden z těchto přístupů – model „elektronia" – jakéhosi můstku mezi výskytem elektronu a hustotou pravděpodobnosti [171].

Tradiční i alternativní přístupy k výuce tohoto tématu ale vyžadují použití vhodných obrázků, které by studentům pomohly vytvořit si správnou prostorovou představu o průběhu hustoty pravděpodobnosti vlastních stavů atomu vodíku. Již první zkušenosti z výuky mi ukázaly, že pro studenty je velmi obtížné dosáhnout přijatelně přesné představy pomocí statických obrázků běžně uváděných v učebnicích.

Zejména polární grafy úhlových částí příslušných funkcí byly studenty velmi často chápány zcela mylně. Obvykle jsem se setkávala s interpretací typu: „*elektron se nachází uvnitř těch bublin a ne vně*", tj. že studenti polární graf vnímali jako znázornění nějakého prostorového tvaru a ne jako vyjádření hodnoty funkce závisející pouze na úhlu, tj. funkce, která je stejná po celé polopřímce vycházející z počátku.

Základní obrázky atomových orbitalů jsou otištěny téměř v každé učebnici fyziky či chemie. V používaných středoškolských učebnicích fyziky [101] a chemie [172] nalezneme grafické znázornění základních tvarů orbitalů. Větší množství obrázků, které zachycují i jednotlivé části vlnové funkce popisující

stacionární stavy atomu vodíku se nachází obvykle v každé učebnici kvantové mechaniky.[5]

Různě kvalitní obrázky, ale hlavně interaktivní applety se nacházejí také na internetu (velmi pěknými příklady jsou např. *Hydrogen Atom Applet* [173] nebo *Orbital Viewer* [174]) nebo v publikacích, které se na zobrazování a simulaci jednotlivých jevů z kvantové mechaniky přímo zaměřují [175, 176].

Obvykle nalezneme grafy druhých mocnin kulových funkcí (tj. úhlovou část hustoty pravděpodobnosti), radiální část vlnové funkce i hustoty pravděpodobnosti a v některých také vyobrazení celé hustoty pravděpodobnosti. Nepodařilo se mi ale nalézt nástroj, který by byl vhodný k tomu, aby s ním studenti mohli aktivně pracovat a pomocí řešení zadaných problému, nikoli pouze pomocí „prohlížení obrázků", si tak krok po kroku vybudovali správnou představu o tvaru jednotlivých částí stacionárních vlnových funkcí atomu vodíku a o vlivu, který mají tyto části na výslednou hustotu pravděpodobnosti nalezení elektronu v jednotlivých stacionárních stavech.

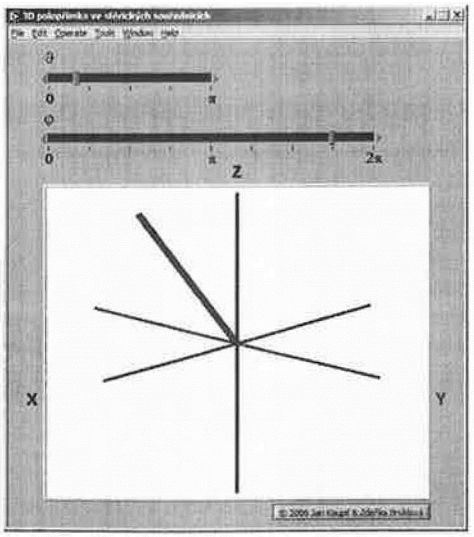
Protože budoucí učitelé budou svým studentům pomocí obrázků znázorňujících atomové orbitaly výsledky výpočtu přibližovat a vysvětlovat, považovala jsem za důležité, aby si sami vytvořili správnou představu a správnou interpretaci příslušných zobrazení. Rozhodla jsem se k tomuto účelu vytvořit sadu vhodných úkolů a k nim vhodně přizpůsobený nástroj pro grafické znázornění potřebných funkcí.

Výsledkem mé práce je několikastránkový pracovní sešit s úlohami a vysvětleními, které provází studenty krok za krokem celou vlnovou funkcí stacionárního stavu atomu vodíku. Při práci na úkolech studenti používají soubor celkem čtyř speciálně vytvořených interaktivních zobrazovacích programů, které podle mých návrhů naprogramoval RNDr. Jan Koupil (KDF MFF UK). Programy zobrazují jednotlivé části vlnové funkce a hustoty pravděpodobnosti vlastních stavů atomu vodíku v různých typech grafu. Jejich popis naleznete v následujícím oddílu 5.6.1. Popis východisek a stručný popis vytvořeného pracovního sešitu je uveden v oddílu 5.6.2. Poslední verze pracovního sešitu je uvedena v příloze E této práce. V dalších oddílech této kapitoly uvádím výsledky pilotáže celého projektu a několik ohlasů z praxe.

5.6.1 Programy a použité typy zobrazení

Programy byly naprogramovány a zkompilovány v prostředí LabVIEW, což znamená, že uživatel nemusí mít nainstalované celé prostředí LabVIEW, ale

[5] Bohužel v mnohých učebnicích můžeme najít i chybná nebo zavádějící vyobrazení.



Obrázek 5.3: Panel programu `3d_poloprimka`

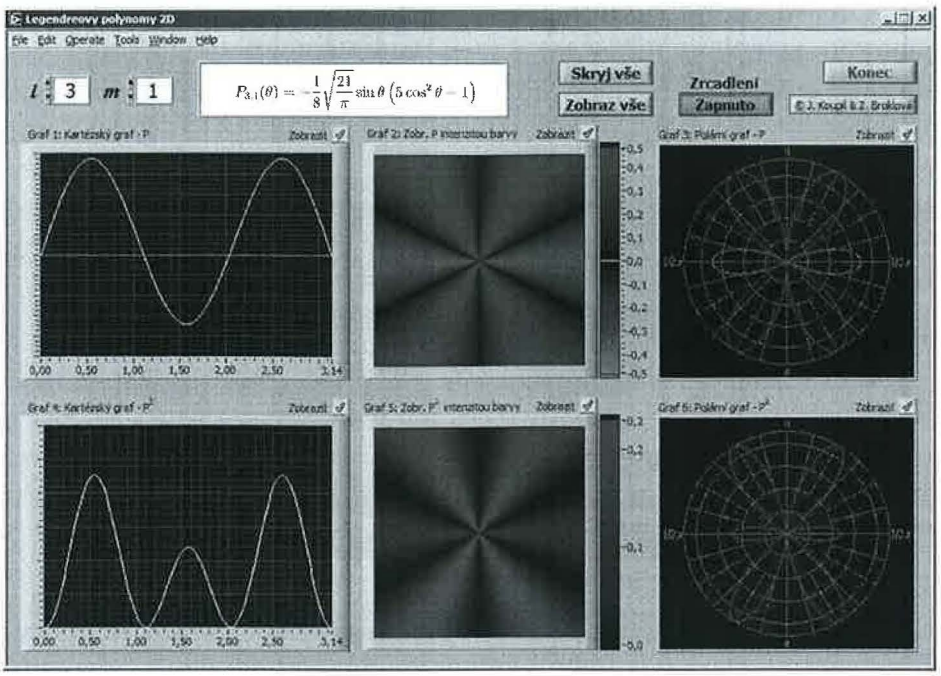
stačí, aby na počítači běžel pouze tzv. LabVIEW Runtime Engine, který je stejně jako připravené programy k dispozici zdarma z webových stránek projektu [177].

`3d_poloprimka`

První program s názvem `3d_poloprimka` (viz obr. 5.3) je velmi jednoduchý. Nakreslí polopřímku podle zadaných dvou úhlů θ a φ – sférických souřadnic. Tento program byl připraven, aby si studenti připomněli a prohloubili znalosti sférických souřadnic, protože pro práci s polárními grafy je dostatečně hluboké porozumění sférickým souřadnicím nezbytné.

`Legendre_2D`

Druhý program `Legendre_2D` (viz obr. 5.4) nabízí tři různé pohledy na úhlovou část vlnové funkce (jedná se o tzv. Legendrovy polynomy s argumentem $\cos\theta$). Volba funkce se provádí zadáním kvantových čísel l a m. První řada oken znázorňuje tuto funkci, ve druhé řadě je vykreslena její druhá mocnina. Pro zobrazení je použit běžný kartézský graf, znázornění pomocí intenzity barvy a polární grafy, které se pro tyto funkce používají nejčastěji, ale jsou také nejobtížnější na správnou interpretaci a pochopení.



Obrázek 5.4: Panel programu `Legendre_2D`

Znázornění pomocí intenzity barvy (grafy uprostřed první a druhé řady) je v dalším textu nazýváno „stínogramem". Tento neobvyklý způsob grafického vyjádření úhlové části hustoty pravděpodobnosti byl vymyšlen pro tento projekt, aby pomohl studentům překonat problémy s pochopením polárního grafu, protože názorně ukazuje, že hodnota funkce je stejná na celé polopřímce vycházející z počátku souřadného systému a že funkce není prostorově ohraničena.

Zobrazení funkce ve všech grafech může být nezávisle vypnuto a opětovně zapnuto, což využívají úlohy pro studenty. Dále je možné zvolit, zda zobrazení bude odpovídat tomu, že úhel θ nabývá hodnot z intervalu 0 až π, nebo bude hodnota funkce „zrcadlena" i do druhé poloroviny, což zase lépe vystihuje vliv této části vlnové funkce na výslednou hustotu pravděpodobnosti.

`Legendre_3D`

V dalším kroku a i v dalším programu `Legendre_3D` (viz obr. 5.5) je grafům přidán třetí rozměr. V programu je zobrazována úhlová část hustoty pravděpodobnosti stacionárních stavů atomu vodíku. Tím, že od tohoto kroku jsou nadále zobrazovány části hustoty pravděpodobnosti a nikoli vlnová funkce

(amplituda pravděpodobnosti), jsme se vyhnuli problémům, které by přineslo zobrazování komplexních funkcí. Tento problém se řeší buď samostatným zobrazením reálné a imaginární části [175] nebo grafem absolutní velikosti funkční hodnoty, ve kterém je barvou vyjádřena fáze [173, 174]. K tomuto přístupu vedly dva hlavní důvody – za prvé obě používaná znázornění jsou sama o sobě poměrně náročná na pochopení, za druhé k dosažení základního cíle projektu, tj. vytvoření představy atomových orbitalů, není nezbytně nutné zkoumat fázovou část vlnové funkce.

Stejně jako v předchozím programu i zde studenti zadají kvantová čísla l a m a program vykreslí úhlovou část hustoty pravděpodobnosti (druhou mocninu příslušné kulové funkce). Dva grafy v horní řadě jsou totožné s grafy z předcházejícího programu, spodní dva jsou jejich 3D alternativy. Graf vlevo dole je kulový řez prostorem, intenzita barvy odpovídá funkční hodnotě. Vpravo dole je běžně používaný 3D polární graf.

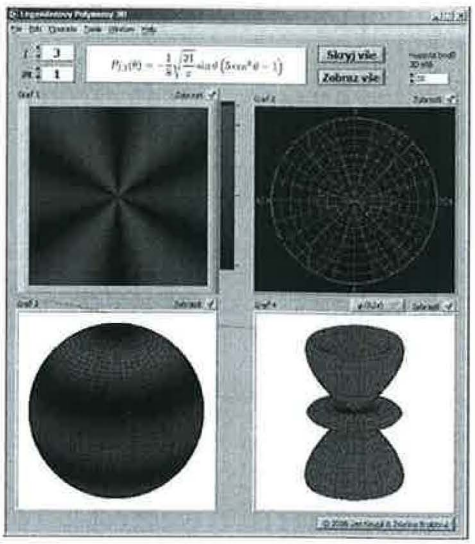
Opět je možné grafy nezávisle na sobě zapínat a vypínat. Ve čtvrtém grafu (vpravo dole) lze zvolit, zda funkce bude vykreslena pro veškeré hodnoty úhlu φ (tj. na celém intervalu 0 až 2π), nebo pouze na poloviční intervalu (tj. na celém intervalu 0 až π), čímž je vidět řez prostorovou variantou kulové funkce, který můžeme porovnat se zobrazením v polárním grafu (vpravo nahoře).

`3D_orbitaly`

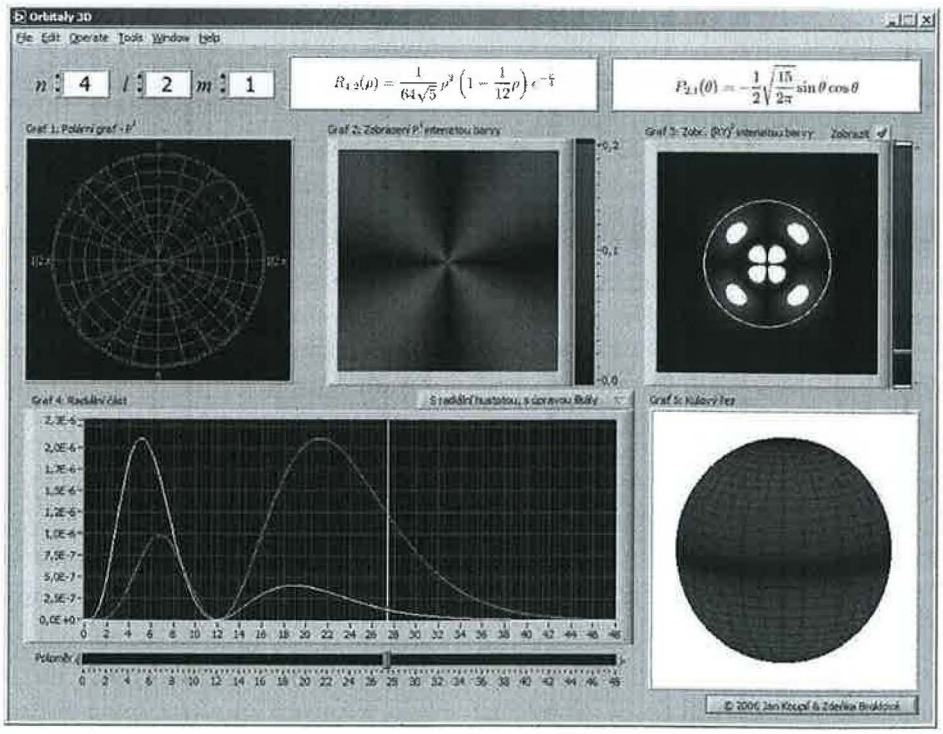
Poslední program `3D_orbitaly` (viz obr. 5.6) zobrazuje jak úhlovou, tak radiální část hustoty pravděpodobnosti vlastních stavů atomu vodíku. Kromě grafů samostatné radiální části funkce (vlevo dole) a úhlové části (vlevo nahoře a uprostřed) nabízí program také jejich součin ve tvaru rovinného řezu (vpravo nahoře, řez je veden rovinou obsahující osu z), a kulového řezu (vpravo dole). Poloměr kulového řezu je možné změnit, přičemž aktuální hodnota poloměru je znázorněna v grafu radiální části pomocí žluté čáry a v rovinném řezu pomocí kružnice.

Radiální část hustoty pravděpodobnosti nabývá $(n - l)$ maxim, jejichž hodnoty nejsou příliš blízké. Z tohoto důvodu je možné u rovinného řezu celkové hustoty pravděpodobnosti (graf vpravo nahoře) měnit jas barevné škály (obr. 5.7) tak, aby došlo ke zviditelnění i těch oblastí, kde je hustota pravděpodobnosti sice malá, ale nenulová.

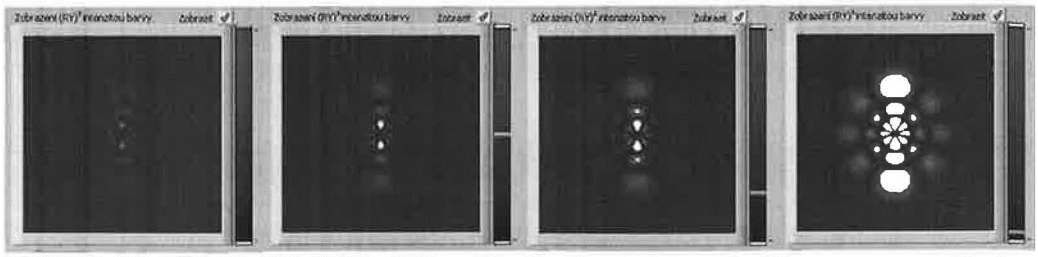
Dále je možné do grafu vlevo dole zobrazit kromě radiální části hustoty pravděpodobnosti také radiální hustotu pravděpodobnosti (jejich rozdíl je studentům podrobně vysvětlen v pracovním sešitě), a to ve dvou variantách – pro



Obrázek 5.5: Panel programu `Legendre_3D`



Obrázek 5.6: Panel programu `3D_orbitaly`



Obrázek 5.7: Ukázka změny barevné škály v rovinném grafu hustoty pravděpodobnosti v programu `3D_orbitaly`

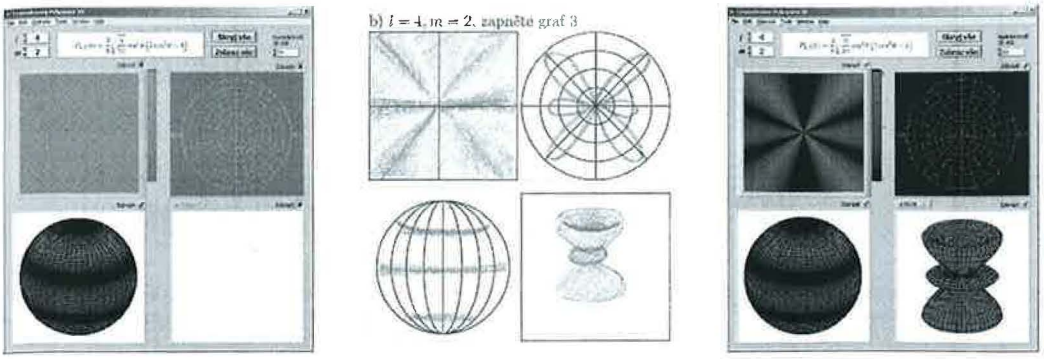
obě funkce je použito stejné měřítko na svislé ose grafu nebo jsou použita různá měřítka tak, aby obě funkce optimálně využily prostor pro zobrazení.

Programy umožňují přesné zobrazení funkcí, lepší než v obvyklých tištěných materiálech. Navíc se ukázalo, že jejich interaktivita (zejména zvětšování a otáčení 3D grafů apod.) zvyšuje atraktivnost úloh u studentů. Pro vytváření úloh bylo důležité, že programy bylo možné doplnit o specializované funkce (jako je např. nezávislé vypínání zobrazení jednotlivých grafů, zrcadlení polárního grafu apod.), které umožnily jednak vlastní tvorbu úloh, ale také dovolují studentům samostatně si pomocí programů zkontrolovat výsledky a poučit se ihned z vlastních chyb.

5.6.2 Úlohy a pracovní sešit

Podle získaných zkušeností většina studentů si nevytvoří správnou představu o tvaru hustoty pravděpodobnosti v atomu vodíku pouze na základě přednášky. Potřebují dané funkce názorně zobrazit, případně řešit nějaké úlohy.

Úlohy jsem vytvářela tak, aby si jejich vyřešením studenti mohli postupně vytvořit svoji vlastní prostorovou představu orbitalů. Těžiště celého postupu, který má studentům pomoci si postupně vybudovat prostorovou představu o rozložení hustoty pravděpodobnosti ve stacionárních stavech atomu vodíku, tvoří tzv. „překreslovací úkoly“, kvůli kterým mají zobrazovací programy nezávislé vypínání grafů. Nejprve student vypne všechny grafy, nastaví kvantová čísla na zadané hodnoty a potom zapne pouze jediný graf, na jehož základě se pokusí nakreslit zbývající grafy. Potom znovu zapne zobrazení všech grafů, zkontroluje si svoje řešení a opraví případné chyby. Poté pokračuje s odlišnými hodnotami kvantových čísel a jiným počátečním typem grafu. Příklad jednoho řešení takové úlohy je zobrazen na obr. 5.8 (jedná se



Obrázek 5.8: Ukázka „překreslovacího úkolu" – úhlová část hustoty pravděpodobnosti. Vlevo je zobrazeno zadání úlohy, tj. okno programu `Legendre_2D` se zapnutým jediným grafem, uprostřed je řešení, které student nakreslil do pracovního sešitu, a vpravo okno programu, podle něhož si své řešení zkontroloval.

již o několikátou úlohu, kterou student řešil, proto je z obrázku patrná již jistá zběhlost při překreslování).

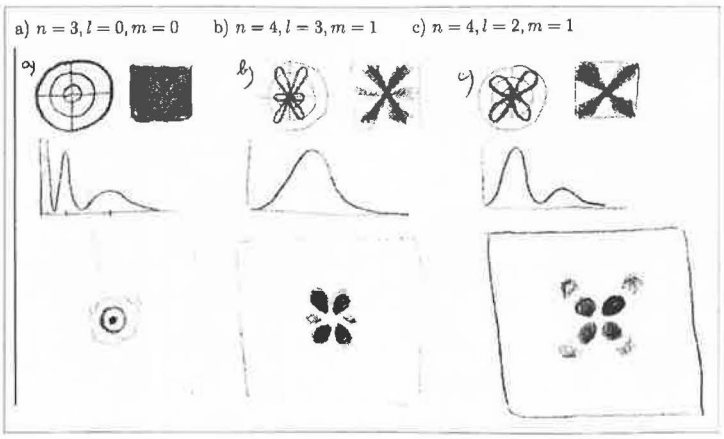
Další příklad řešení překreslovací úlohy je na obr. 5.9. Zde studentka kreslila celkovou hustotu pravděpodobnosti na základě úhlové a radiální části, které byly zobrazeny odděleně (studentka si je také překreslila podle zobrazení počítačem).

„Překreslovací úkoly" jsou dále doplněny dalšími typy úkolů, např. úlohami, které po studentech vyžadují vyhledání a pojmenování vlastností zobrazovaných funkcí, interpretaci různých typů zobrazení stejné funkce, ale také porovnání jejich kladů a záporů.

Jak již bylo zmíněno, zadání úloh a doprovodná vysvětlení společně vytvářejí tzv. pracovní sešit, který se skládá z devíti částí a přibližně 25 úloh. Během dvou let pilotáže tohoto projektu bylo použito několik verzí pracovního sešitu. Zde popisuji a v příloze E uvádím poslední verzi tohoto sešitu.

Stručný obsah jednotlivých částí pracovního sešitu

1. *Než začneme* – návod na instalaci, pokyny pro práci s programy. Důležitou částí úvodu pracovního sešitu bylo také jasné pojmenování cílů projektu (zlepšit pochopení, ne hodnotit znalosti studentů, aby u studentů došlo k potlačení strachu z následků chyby).



Obrázek 5.9: Ukázka „překreslovacího úkolu" – celková hustota pravděpodobnosti, kombinování úhlové a radiální části

2. *Sférické souřadnice* – základní znalost sférických souřadnic se sice u studentů předpokládala, přesto bylo studentům předloženo několik úloh pro jejich připomenutí a hlubší pochopení (v této části se využíval program `3D_poloprimka`).

3. *Vlnová funkce vlastních stavů atomu vodíku* – teoretická část – připomenutí separace souřadnic ve vlnové funkci, tvaru jednotlivých částí vlnové funkce a kvantových čísel.

   Vytvořený pracovní sešit předpokládá, že řešení Schrödingerovy rovnice pro částici ve sféricky symetrickém Coulombickém potenciálu v x-reprezentaci, studenti znají z přednášek. Z tohoto důvodu v něm není uveden detailní výklad této látky, ale pouze stručné připomenutí nejdůležitějších výsledků.

4. *Legendrovy polynomy* – pomocí programu Legendre_2D se studenti seznámili s tvary Legendrových polynomů v různých typech grafů, do kterých lze kreslit funkce závisející na souřadnici θ a φ (k tomuto účelu sloužil program `Legendre_2D`).

5. *Kulové funkce* – tato část se zabývala prostorovým obrazem kvadrátu Legendrových polynomů (pomocí programu `Legendre_3D`)

6. *Radiální část vlnové funkce* – zde došlo ke zkombinování úhlové a radiální části dohromady a zobrazení grafů hustoty pravděpodobnosti (v programu `3D_orbitaly`), na konci této části byl vysvětlen rozdíl

mezi radiální hustotou pravděpodobnosti a radiální částí hustoty pravděpodobnosti

7. *Orbitaly* – nejprve studenti popsali svoji definici „orbitalu", potom ji zkonfrontovali s používanými významy, je zde uvedeno i varování před běžnými omyly

8. *Řešení* vybraných úloh

9. *Dotazník*, ve kterém studenti moli vyjádřit svůj názor na celý projekt (tvořil oddělitelnou část pracovního sešitu)

Úlohy jsou založeny na aktivní práci studentů s připravenými programy a jejich pořadí v jednotlivých částech bylo navrženo na základě principů zážitkové pedagogiky, a to zejména zážitkového (Kolbova) cyklu učení (viz úvodní část této práce). Níže je uvedena společná osnova jednotlivých částí a v závorkách uvádím, ke kterým fázím Kolbova cyklu se daný úsek vztahuje.

- Jedním z prvních úkolů v každé části byl pokyn, aby si studenti samostatně a volně pohráli s příslušným programem a vytvořili si vlastní hypotézy (na základě předchozích znalostí z přednášek) o tom, co daný program zobrazuje (*konkrétní prožitek*). Tato část také uspokojovala potřebu části studentů si nejprve volně pohrát a obdivovat barevné obrázky před tím, než nad nimi začnou přemýšlet (jednalo se také o motivační prvek).

- V druhém kroku studenti konfrontovali svoje hypotézy s vysvětleními uvedenými v pracovním sešitu (*reflektivní pozorování*).

- Potom si studenti měli „připravit plán", jak překreslit jeden typ grafu na jiný, případně jak vytvořit prostorovou variantu daného grafu (*zobecnění, abstraktní konceptualizace*).

- Poté studenti použili svůj plán pro řešení „překreslovacích" úloh (*aktivní experimentování*). Tím získali další konkrétní prožitky, které díky tomu, že si svoje výsledky ihned zkontrolují, mohli využít k úpravě své „překreslovací" strategie.

- Na konci každé části, ve které studenti pracují s grafy, jsou požádáni, aby pojmenovali klady a zápory jednotlivých typů grafů a porovnali zobrazení i mezi sebou (*reflektivní pozorování*).

5.6.3 Ověření materiálů

Vytvořené materiály, programy i pracovní sešit, byly použity dvakrát (v letním semestru akademického roku 2005/2006 a 2006/2007) v rámci cvičení k přednášce Kvantová mechanika, která je určena pro studenty 2. ročníku MFF UK bakalářského programu Fyzika zaměřená na vzdělávání. Obou pilotáží vytvořených materiálů se zúčastnilo celkem 24 studentů.

Každý student obdržel vytištěný pracovní sešit, který jak již bylo uvedeno, kromě zadání úloh a příslušných vysvětlení, obsahoval i veškeré další pokyny jako návod na instalaci programů či pokyny k vyplňování výsledků. Programy měli studenti k dispozici na internetu nebo na CD.

Studenti plnili úkoly jako domácí úlohu, která nahradila jedno cvičení. Odevzdání vyplněných pracovních sešitů bylo podmínkou pro získání zápočtu ze cvičení. Pokud studenti neměli možnost úlohy řešit doma, mohli je řešit v počítačové laboratoři našeho pracoviště. K zadání projektu jako domácí úlohy vedly následující důvody:

- Studenti mohou pracovat vlastním tempem, což je důležité zejména ve fázi vlastního experimentování. Také se mohou v případě potřeby vracet k již řešeným částem.
- Práce bez přítomnosti vyučujícího vyžaduje velmi pečlivě a detailně sestavený pracovní sešit. Na druhou stranu nepřítomnost učitele minimalizuje u studentů „strach z chyby", což je velmi důležité zejména ve fázi volného experimentování a ověřování vytvořených představ. V případě technických potíží či problémů spojených s řešením úloh měli studenti možnost požádat o pomoc či konzultovat řešení úloh s vyučující, a to buď osobně, nebo pomocí elektronické pošty.
- Poslední důvod pro volbu zadání úloh jako domácí práce byl organizační. Bylo by obtížné zajistit dostatečné množství počítačů, tak aby všichni studenti mohli pracovat současně a vzájemně se nerušili.

Odpovědi ve vyplněných pracovních sešitech byly studentům podrobně okomentovány a vráceny, aby se mohli k problematickým úlohám vrátit. Po odevzdání práce proběhla také diskuze s částí studentů o výsledcích, způsobech řešení, nejčastějších chybách, ale také o jejich názoru na celý projekt.

Vytvořené materiály byly dále náplní dvou dílen pro učitele fyziky, které proběhly v rámci semináře projektu Heuréka v Náchodě 2006. Celkem se obou dílen zúčastnilo asi 14 převážně středoškolských učitelů fyziky.

Na začátek dílny bylo zařazeno krátké připomenutí základů kvantové mechaniky (hlavně významu vlnové funkce a hustoty pravděpodobnosti), stručné shrnutí, jak se v kvantové mechanice řeší atom vodíku, a struktury řešení tohoto problému. Účastníci dílny tento problém většinou podrobně řešili během studií na vysoké škole, vzhledem k delšímu časovému odstupu však úvodní připomenutí velmi ocenili.

Během dílny účastníci ve dvojicích řešili stejné úlohy jako studenti učitelství v rámci pilotáže. Bohužel řešení všech úloh by zabralo asi dvakrát více času než bylo na dílně k dispozici, ale učitelé odcházeli z dílny s odhodláním si řešení ostatních úloh dodělat později. Veškeré materiály dostali účastníci dílny k dispozici. Z časových důvodu byla také závěrečná diskuze velmi krátká a týkala se názoru účastníků dílny na předložené programy a úlohy a možnost jejich využití ve výuce na středních školách.

5.6.4 Výsledky

V tomto oddílu naleznete výsledky získané v obou pilotážích vytvořených materiálů i jejich dalšího použití. Výsledky jsou rozděleny na dvě části. První se zabývá různými typy zobrazení jednotlivých částí hustoty pravděpodobnosti. V druhé části jsou shrnuty názory řešitelů na celý projekt a jeho přínos. Protože se projektu zúčastnilo poměrně málo studentů, nejsou výsledky vyhodnoceny statisticky, ale kvalitativně. Závěry, které z analýzy odevzdaných řešení vyplynuly, jsou ilustrovány na konkrétních příkladech, citátech či obrázcích.

Porovnání různých zobrazovacích metod

V následující tabulce jsou shrnuty výhody a nevýhody jednotlivých typů zobrazení, které studenti uvedli ve svých řešení a v závěrečných dotaznících. Protože se jedná o souhrn názorů více lidí, objevují se u některých typů grafů i protichůdná tvrzení.

Zobrazení kulových funkcí a úhlové hustoty pravděpodobnosti

a) Kartézský graf
+ dobře známý, studenti s ním umí pracovat
– není propojen se skutečným rozložením funkce v prostoru

„b) Stínogram"
+ lépe než kartézský graf zobrazuje prostorové rozložení funkce,
+ na rozdíl od polárního grafu nenavozuje iluzi, že „nenulová hodnota funkce je omezená pouze do nějaké vzdálenosti od počátku"
+ jasně ukazuje, že rozměry obrázku mohou být libovolně zvětšeny a hodnota funkce v daném směru bude stále stejná
– obtížné kreslení grafů
– nepřesné odečítání hodnot

c) Polární graf
+ jednoduše zapamatovatelný
+ je možné odečítat hodnoty
– obtížnější na správnou interpretaci
– vedou ke špatné představě, že elektrony se mohou vyskytovat pouze „uvnitř grafu" (někdy jsou dokonce tyto grafy mylně interpretovány jako tvary orbitalů)

d) 3D polární graf
+ atraktivnější (vizuálně) než 2D polární grafy
+ dobře přibližuje prostorový tvar orbitalů
– obtížné odečítání hodnot
– obtížně se kreslí

e) Intenzitou barvy na kouli
+ dává lepší náhled než ploché grafy
– neobvyklý, pochopení vyžaduje nějaký čas
– nemožné odečítat hodnoty

Zobrazení celkové hustoty pravděpodobnosti

f) Rovinný řez
+ nabízí dobrý pohled na rozdělení hustoty pravděpodobnosti v prostoru
+/– velmi názorné, ale při interpretaci je třeba si uvědomit, jak vytvořit prostorové rozdělení

g) Sférický řez
\+ dobré pro studium závislosti hustoty pravděpodobnosti na vzdálenosti od jádra (počátku souřadného systému)
+/− není příliš užitečný, pokud by byl použit samostatně, ale je přínosný ve spojení s ostatními grafy (zejména grafem radiální části hustoty pravděpodobnosti)
− vliv radiální části není příliš zřetelný (při samostatném použití)

Dle výsledků i názorů studentů je velmi užitečné ukázat jednotlivé části vlnové funkce v různých typech grafu a požadovat po studentech jejich porovnání či transformaci jednoho typu na druhý. Každý způsob zobrazení zdůrazňuje jiný aspekt dané funkce. Také nevýhody a riziko špatného pochopení některého typu grafu jsou minimalizovány při porovnávání různých grafů mezi sebou. V názorech studentů na jednotlivé typy zobrazení, které uvedli do závěrečného dotazníku, můžeme snadno vysledovat velmi rozdílná hodnocení, kdy jeden student hodnotil např. „stínogram" jako velmi názorný a polární graf jako obtížně pochopitelný, ale jiný student vnímal názornost obou zobrazení zcela odlišně.

Jedním z úkolů, který byl po studentech vyžadován, bylo pokusit se vysvětlit (písemně) méně obvyklé typy grafů. Tento úkol byl přínosný nejenom pro samotné studenty (tím, že museli písemně zformulovat svoje myšlenky, byli nuceni si je mnohem lépe uspořádat), ale i pro mne jako vyučující, protože tak bylo možné získat několik dalších pěkných způsobů, jak přiblížit jednotlivé typy zobrazení a v rámci rozboru odevzdaného řešení aktivně pracovat s přetrvávajícími špatnými či nepřesnými představami u některých studentů.

Pro ilustraci uveďme ukázky popisu významu dvou různých typů zobrazení (tak, jak byl uveden v odevzdaných pracovních sešitech):

- Popis významu „stínogramu": „*Graf 2* [„stínogram"] *si lze představit, jako bychom koukali z vrchu (proto červená = kladná, modrá = záporná) na funkci v 1* [kartézský graf] *stočenou do kolečka (jenže ta je jen do π − takže spíše do půlkolečka)*"

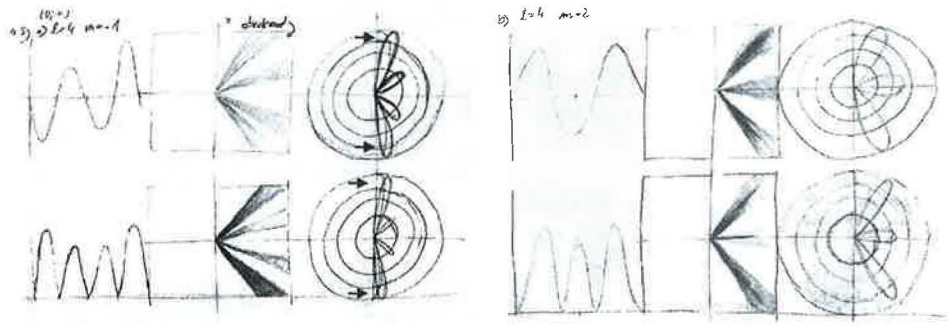
- Popis vzniku grafu celkové hustoty pravděpodobnosti nalezení elektronu z grafů úhlové a radiální části: „*Z prvních grafů* [grafů úhlové části] *určím polohu a počet hlavních oblastí a z grafu 4* [radiální část] *potom ještě určím, kolik ještě bude za tím oblastí s výskytem elektronu*". Toto ne zcela správné vysvětlení bylo doplněno obrázkem (viz 5.10 vlevo).

Přesněji vyjádřila svůj postup jiná studentka pomocí obrázku 5.10 (vpravo), kde je patrné, že si na jednu z polopřímek načrtla průběh radiální části.

„Překreslovací" úlohy, které se opírají o konkrétní činnost (kreslení), se ukázaly jako velmi vhodné k tomu, aby zlepšily porozumění daným funkcím. Dokladem významu konkrétní činnosti je vyjádření jedné studentky, která napsala do závěrečného dotazníku: „... *teprve když jsem začala kreslit obrázky, jsem zjistila, že jsem vysvětlení nepochopila pořádně, a musela se k němu vrátit.*"

Na obr. 5.11 je také vidět postupné zlepšování schopnosti transformovat jedno zobrazení na jiné – studentka si v rámci samostatné kontroly svého obrázku chybné řešení prvního „překreslovací" úlohy opravila (obr. 5.11 vlevo) a v další úloze již postupovala správně (obr. 5.11 vpravo), i když tentokrát vycházela z jiného typu grafu.

Obrázek 5.10: Dva graficky vyjádřené postupy, jak z grafů samostatné radiální a úhlové části sestavit graf celkové hustoty pravděpodobnosti



Obrázek 5.11: Ukázka „překreslovacího úkolu" – po opravě chybně nakresleného polárního grafu (vlevo, chybná místa jsou označena šipkami) byl další překreslovací úkol (vpravo) již vyřešen správně

Jako další ilustraci významu „překreslovacích" úloh si dovolím uvést dva momenty z dílen pro učitele fyziky. (Během dílny dvojice učitelů pracovala společně na jednom počítači, k dispozici měli oba vlastní pracovní sešit a úlohy řešili samostatně a vzájemně si porovnávali výsledky a nápady.)

- První ukázkou je komentář jednoho z účastníků dílny: *„Když jsem ten graf kreslil, tak jsem si vůbec neuvědomil, že ta druhá mocnina mi ty 'laloky' také zúží."* Z této věty je jasně patrné, že porovnání vlastního výsledku s přesným obrázkem vedla řešitele k tomu, že si všiml i detailů, které při vlastním kreslení nevzal v úvahu.
- Druhou ukázku tvoří moment, ve kterém jsem si všimla, že dvojice učitelů u jednoho z počítačů poměrně intenzivně o něčem diskutuje, proto jsem k nim došla, abych zjistila, zda společně vymýšlejí nějaké řešení nebo narazili na nějaký technický problém a potřebovali by s ním pomoci. Ukázalo se, že diskutují o tom, jak překreslit jeden typ grafu na jiný a že jim dělá značné problémy se domluvit, co si představují pod takovými slovy jako „vypoulený lalok" apod. Doporučila jsem jim, ať nehledají slova, ale ať se pokusí oba svá řešení nakreslit a pak porovnají obrázky. Tento drobný moment názorně ukazuje, jak může být pro lidi zvyklé na „tradiční vzdělávání" obtížné o věci pouze nediskutovat, ale reálně ji vyzkoušet.

Názory studentů na projekt

V poslední části pracovního sešitu a v následné diskuzi jsem studenty požádala, aby vyjádřili svůj názor na celý projekt a jeho přínos pro ně osobně.

Podle závěrečného dotazníku všichni studenti, kteří úlohy řešili, pracovali s materiálem systematicky, asi polovina z nich si svá řešení pečlivě zapisovala, druhá polovina si svá řešení pouze promýšlela a na papír kreslila pouze obrázky. Dva studenti uvedli, že před systematickou prací si prolistovali sešit a náhodně se pokusili vyřešit některé úlohy. Teprve potom se pustili do systematické práce. Tento výsledek přičítám zejména tomu, že při zadávání projektu, jsem studentům osobně vysvětlila, proč považuji za důležité, aby s programy a pracovním sešitem pracovali podle pokynů.

Téměř všichni studenti považovali řešení úkolů za zajímavé a atraktivní. Několik studentek přímo napsalo, že je velmi bavilo překreslování obrázků, případně uváděli, že řešení úloh se podobalo spíše hře než studiu. Tento názor lze pěkně ilustrovat částí jedné odpovědi ze závěrečného dotazníku: „... *bylo to jako detektivka, zda moje obrázky jsou správné.*"

Tabulka 5.3 ukazuje průměrná číselná hodnocení jednotlivých aspektů celého projektu, které studenti hodnotili v rámci druhého běhu pilotáže. Celkově je vidět, že projekt byl hodnocen velmi kladně. Nejvíce pozornosti při dalším vývoji materiálů si zaslouží znění zadání jednotlivých úkolů, naopak vysvětlení vnímali studenti v porovnání se zadáním úloh jako srozumitelnější. Číselná hodnocení jsou ve shodě se slovními vyjádřeními. Většina z nich uváděla, že díky programům a úlohám získali mnohem přesnější představu o tom, jak dané funkce skutečně vypadají. Nejkonkrétněji popsala přínos řešení předložených úloh studentka, která uvedla: „*Před řešením těchto úloh jsem si nedokázala představit, co to znamená, že orbital je jako koule v jiné kouli. Teď už představu mám.*".

Dále studenti kladně ohodnotili na celém projektu několik dalších dílčích konkrétních věcí:

- připomenutí sférických souřadnic na začátku,
- dobrou návaznost jednotlivých kapitol,
- názorné zobrazení,
- současné zobrazení vzorců a grafů jednotlivých funkcí,
- vysvětlení rozdílu mezi orbitaly používanými ve fyzice a v chemii.

Řešitelé také doporučili několik změn a doplnění, kterými by bylo možné projekt ještě vylepšit, např. přidat úkoly, které by ověřily pochopení rozdílu mezi radiální hustotou pravděpodobnosti a radiální částí hustoty pravděpodobnosti, upravit barevné škály některých grafů apod. Jeden student také navrhl další typ zobrazení, který by mohl být užitečný – jedná se o „stínogram", ve kterém by byla zobrazena pouze radiální část (tj. různobarevné soustředné kružnice), který by ve spojení s již použitým „stínogramem" ještě lépe ukázal vliv radiální a úhlové části na celkovou hustotu pravděpodobnosti. Všechny návrhy jsou postupně do projektu zapracovávány.

Záporným aspektem celého projektu, který studenti uváděli velmi často, byla poměrně velká časová náročnost. Průměrná doba řešení se dle odevzdaných

srozumitelnost zadání úkolů	1,21
srozumitelnost vysvětlení	1,46
celkový přínos	1,43
zábavnost a zajímavost	1,43
uspořádání a návaznost úkolů a výkladu	1,36

Tabulka 5.3: Hodnocení jednotlivých aspektů celého projektu, hodnocení probíhalo na škále od +2 (perfektní) do -2 (hrozné)

dotazníků pohybovala kolem 5 hodin, což je dvakrát více než jsem původně očekávala. Proto také studenti výslovně ocenili možnost si práci časové přizpůsobit svým možnostem a rozdělit ji na několik samostatných bloků.

Použití na střední škole

Stejně jako vysokoškolští studenti, i středoškolští učitelé a jejich studenti narážejí na podobné obtíže při snaze si správně představit prostorový tvar orbitalů atomu vodíku. Materiály vytvořené v rámci tohoto projektu jsou primárně určeny pro vysokoškolské studenty, ale díky semináři pro učitele se ukázalo, že jsou využitelné i na středních školách.

Jedním ze způsobů, jak mohou vytvořené materiály zkvalitnit výuku fyziky na středních školách, je to, že poslouží učiteli, který si je projde a sám zlepší svoje pochopení dané problematiky a bude tedy poté poznatky dále lépe předávat svým studentům. Tento význam vyzdvihovali i učitelé během krátké diskuze, kterou zmíněné dílny končily.

S několika učiteli jsme dále diskutovali o použití těchto materiálu přímo se středoškolskými studenty. Učitelé se shodli na tom, že by bylo možné použít vytvořené programy při výkladu daného tématu pro zobrazení konkrétních funkcí. K využití připravených úloh na středoškolské úrovni byli ale skeptičtí.

Na základě účasti na dílně použil materiály z tohoto projektu Mgr. Miroslav Jílek ve dvou maturitních třídách gymnázia v Poličce ve školním roce 2006/2007 [178]. Ocenil přínos celého projektu jednak pro něho samotného (materiály mu pomohly se na výuku lépe připravit), ale také pro vlastní výuku, pro kterou mu daly možnost snadno a srozumitelně zobrazit mnoho věcí.

Protože nemohl tomuto tématu ve výuce věnovat příliš mnoho času, rozhodl se vybrat několik dílčích aspektů a s těmi studenty seznámit. Nejprve pomocí programu `3D_orbitaly` ukázal studentům radiální část hustoty pravděpodobnosti a zaměřil se na vliv hlavního kvantového čísla n na výskyt elektronu. Vysvětlil studentům také rozdíl mezi radiální částí hustoty pravděpodobnosti a radiální hustotou pravděpodobnosti. Poté pomocí tohoto programu a programu `Legendre_3D` naznačil vliv vedlejšího a magnetického kvantového čísla. Pro lepší pochopení polárního grafu použil přirovnání k vyzařovací charakteristice optického nebo akustického zdroje, přesto se opět ukázalo, že polární grafy jsou pro studenty velmi obtížně pochopitelné.

Dle vyjádření Mgr. Jílka se studentům práce s programy líbila (několik z nich s nimi pracovalo ještě samostatně doma) a podle výsledků testu, který z tohoto učiva studenti psali, se domnívá, že části tohoto tématu, které do vý-

uky zařadil, studenti ovládli. Na základě získané zkušenosti konstatoval, že v rámci výběrového semináře nebo kroužku by bylo možné se studenty řešit pomocí programů i připravené úlohy.

5.6.5 Publikace a další rozvoj

Prezentace projektu

Aby se s vytvořenými materiály mohli seznámit další zájemci, byla vytvořena jeho webová podpora. Veškeré programy, ale i úlohy jsou k dispozici na webových stránkách [177], které jsou udržovány v české i anglické jazykové verzi, aby materiály byly přístupné i zájemcům ze zahraničí.

První zkušenosti z pilotáže a první výsledky byly prezentovány na konferenci Week of Doctoral Students (v červnu 2006, [179]) formou posteru. S kolegou dr. Koupilem jsme vytvořené programy, úlohy, ale i výsledky pilotáže prezentovali na mezinárodní konferenci GIREP v srpnu 2006 v Amsterdamu [180], kde sklidily velký ohlas mezi účastníky. Zejména byla oceněna skutečnost, že se nejedná o pouhý další „zobrazovací nástroj", ale to, že jsou k němu vytvořeny doprovodné úlohy. Úspěch projektu na této konferenci také podpořila skutečnost to, že veškeré materiály byly přeloženy do angličtiny.

Projekt byl také prezentován českému publiku. Stručně jsem o něm informovala na konferenci Veletrh nápadů učitelů fyziky 11 v Oloumouci v srpnu 2006 [154].

Za nejvýznamnější považuji dvě již zmíněné devadesátiminutové dílny s názvem „Pojďme si hrát s orbitaly" pro učitele fyziky, které se konaly v rámci semináře projektu Heuréka v Náchodě v září 2006 [181]. Zde bylo dost času na to, aby se učitelé, kteří měli o projekt zájem, seznámili s programy i úlohami dostatečně podrobně (sami více než hodinu věnovali řešení úloh).

Další rozvoj

Celý projekt by se měl nadále rozvíjet. Kromě dalšího zlepšování stávajících programů, k nim vytvořených úloh a také webové podpory celého projektu, bych ráda zde nastínila nejbližší směry, kterými by se rozvoj tohoto projektu mohl ubírat.

Prvním z nich je ověření, zda práce s programy a řešení připravených úloh skutečně přispívá ke zlepšení pochopení prostorového tvaru řešení atomu vodíku. Obě pilotáže byly dělány na velmi malém vzorku a zaměřily se na

praktické ověření použitelnosti. Celkový přínos ke znalostem studentů byl sledován na základě záznamů jejich řešení předložených úloh a jejich vlastního vyjádření, zda se domnívají, že jim projekt něco přinesl. Oba tyto faktory daly velmi povzbudivé výsledky. Skutečný vliv na rozvoj znalostí a představ je ale třeba podrobit ještě řádnému kvantitativnímu výzkumu.

Druhý směr, kterým by se rozvoj celého projektu mohl ubírat, je přidávání dalších částí k vytvořenému materiálu. Pokud nahlédneme do pracovního sešitu (viz příloha E), zjistíme, že téměř celý materiál se zabývá těmi stacionárními řešeními atomu vodíku, které jsou společnými vlastními stavy operátorů energie $\widehat{H}$, celkového momentu hybnosti $\widehat{L^2}$ a průmětu momentu hybnosti $\widehat{L_z}$ do směru z. Vzhledem k degeneraci energetických hladin se ale nejedná o jedinou možnou bázi stacionárních stavů. Uvedený systém vlastních funkcí je vhodný pro řešení většiny fyzikálních úloh, ale je nevhodný pro vysvětlení např. chemické vazby. Z tohoto důvodu se v chemii používají lineární kombinace uvedených stavů, jejichž hustoty pravděpodobnosti jsou odlišné. Dalším krokem by tedy mohlo být vytvoření nástroje, který by studentům ukázal možnost kombinace a tvary atomových orbitalů používaných v chemii.

Jiným zajímavým směrem, kterým by obsah celého projektu mohl být rozvíjen, je zobrazení časového vývoje různých kombinovaných stavů, případně přechod z jednoho stavu do druhého. Zde by inspirací mohl být pokus o grafické znázornění tohoto děje publikovaný na konferenci GIREP [182].

Otázkou také je, zda by pro rozvoj projektu nebylo vhodné změnit vývojové prostředí za nějaké více rozšířené, jako je např. Java nebo Flash.

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Knihovna

Závěr

Tato práce shrnuje základní principy zážitkové pedagogiky a zabývala se dvěma přístupy její aplikace ve fyzikálním vzdělávání – ve vlastní výuce fyziky a jako podpůrného prostředku na akcích s fyzikálním zaměřením. Jak bylo uvedeno v úvodu (viz str. 12), snažila se najít odpověď na ústřední otázku, zda lze v uvedeném pedagogickém směru najít prvky (teoretické postupy, metodické postupy) využitelné pro fyzikální vzdělávání.

Na základě ověřování vyvinutých materiálů a aktivit, vyhodnocení ohlasů od učitelů a reakcí žáků se domnívám, že na uvedenou otázku lze odpovědět kladně. Stanovené dílčí cíle se dle mého názoru v průběhu práce podařilo splnit, což jsem podrobně dokumentovala v kapitolách 2 až 5 a souvisejících přílohách.

Se základními principy zážitkové pedagogiky jsem seznamovala zájemce z řad učitelů fyziky na třech víkendových, metodicky zaměřených seminářích, které byly současně vedeny podle zásad zážitkové pedagogiky (viz kapitola 2). Odpovědi v závěrečných anketách i opakovaná účast některých učitelů ukázala, že zážitková pedagogika jako přístup ke vzdělávání je pro učitele fyziky inspirativní.

Uvedená metodika byla také využita v rámci soustředění s fyzikálním programem určených středoškolským nebo vysokoškolským studentům (viz kapitola 3). Ukázalo se, že typické zážitkově pedagogické aktivity jsou na těchto akcích velmi vhodným podpůrným prostředkem, který přispívá jak k osobnostně-sociálnímu rozvoji účastníků, tak pozitivně ovlivňuje fyzikální program. Bližší popis charakteru tohoto přínosu by ovšem vyžadoval provedení hlubšího výzkumu.

Další dílčí oblastí, kterou se tato práce zabývala, bylo využití denního tisku v hodinách fyziky (viz kapitola 4). Denní tisk jako materiál z „neškolního" prostředí kromě námětů pro výuku některých běžných témat poskytuje i možnost seznámit žáky s postavením fyziky jako vědy ve společnosti a se vzájemným ovlivňováním vědy a společnosti, a navíc umožňuje rozvíjet u

nich tzv. přírodovědnou gramotnost, tj. schopnost využívat znalosti získané v hodinách fyziky (či jiných přírodovědných předmětů) v běžném životě. V návaznosti na probíhající školskou reformu a průřezové téma Mediální výchova obsažené v Rámcových vzdělávacích programech učitelé materiály rozpracovávající toto téma uvítali. Na základě vlastní realizace vyučovací hodiny na téma Fyzika v novinách i zkušeností dalších učitelů mohu udělat závěr, že i tato oblast je plně použitelná v prostředí českých škol.

Nejrozsáhlejší část celé práce tvoří aplikace zážitkově pedagogického přístupu přímo do hodin fyziky pro výuku fyzikálních témat. Vytvořené aktivity z tématického celku fyzika mikrosvěta i podrobný popis jejich ověřování v praxi jsou uvedeny v páté kapitole této práce. Učitelé vytvořené aktivity přijali vesměs velmi pozitivně a i žáci při dílčím ověřování praktické využitelnosti na ně reagovali velmi dobře. Kromě toho, že vytvořením uvedených aktivit se podařilo naplnit některé z dílčích cílů této práce, zároveň tyto materiály zaplnily existující nedostatek dostupných aktivizujících výukových námětů z uvedené oblasti. Soubor vytvořených aktivit bych ráda i po ukončení této práce dále rozvíjela, a to jak propracováváním již vytvořených materiálů, tak tvorbou námětů nových. Nejbližší možné směry rozvoje jsou detailně uvedeny na konci páté kapitoly.

O vytvořených aktivitách a zkušenostech z jejich praktického ověřování jsem přednesla příspěvky na více než desítce tuzemských konferencích či setkáních učitelů a třech zahraničních konferencích, kde se setkaly s velmi příznivým ohlasem.

Jak jsem již naznačila výše, práci v oblasti využívání prvků zážitkové pedagogiky k obohacování a zkvalitňování fyzikálního vzdělávání nepovažuji za uzavřenou a chtěla bych ji dále rozvíjet. Některé možné směry dalšího rozvoje byly nastíněny výše.

Literatura

[1] *ESA – Science of Stage – History of the Project* [online]. Webové stránky projektu. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.esa.int/SPECIALS/Science_on_Stage/SEM5CN7LURE_0.html>

[2] *International Research Group on Physics Teaching – GIREP* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.girep.org/>

[3] MECHLOVÁ, E. (ed.). *Teaching and Learning Physics in New Contexts.* Proceedings of selected papers of Girep conference 2004. Ostrava: Ostravská univerzita, 2004. ISBN 80-7042-378-1.

[4] PLANINŠIČ, G.; MOHOVIČ, A. (ed.) *Informal Learning and Public Understanding of Physics, Third International GIREP Seminar 2005. Selected contributions.* Ljublana: Faculty of Mathematics and Physics, 2006. ISBN 961-6619-00-4.

[5] KOTÁSEK, J. et al. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice – Bílá kniha.* Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy a Ústav pro informace ve vzdělávání, nakladatelství TAURIS, 2001. ISBN 80-211-0372-8. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.msmt.cz/files/pdf/BilaKniha.pdf>

[6] OUTWARD BOUND INTERNATIONAL. *About Outward Bound International* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.outward-bound.org/about_sub2_aboutus.htm>

[7] VAŽANSKÝ, M. *Volný čas a pedagogika zážitku.* 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, 1992. ISBN 80-210-0428-2.

[8] JIRÁSEK, I. Vymezení pojmu zážitková pedagogika. *Gymnasion – časopis pro zážitkovou pedagogiku.* 2004, vol. 1, s. 6. ISSN 12214-603X.

[9] PRÁZDNINOVÁ ŠKOLA LIPNICE. *Kdo jsme* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.psl.cz/psl/kdo-jsme.aspx>

[10] OUTWARD BOUND – ČESKÁ CESTA. *O Outward Bound – Česká cesta* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.ceskacesta.cz/profil>

[11] *HNUTÍ GO* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.hnuti-go.cz/>

[12] PELÁNEK, R. *Rukověť instruktora* [online]. 2003. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://anna.fi.muni.cz/~xpelanek/nova_herka/rukovet.pdf>

[13] ASSOCIATION FOR EXPERIENTIAL EDUCATION. *What is Experiential Education?* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.aee.org/customer/pages.php?pageid=47>

[14] ŠVEC, J. *Outdoorové aktivity jako jedna z metod zážitkové pedagogiky.* Interní materiály k semináři. Praha: Filozofická fakulta UK, 2005.

[15] NĚMEC, J. *Od prožívání k požitkářství. Výchovné funkce hry a její proměny v historických koncepcích pedagogiky.* 1. vyd. Brno: Paido, 2002. ISBN 80-7315-006-9.

[16] FRANC, D.; ZOUNOVÁ, D.; MARTIN, A. *Učení zážitkem a hrou. Praktická příručka instruktora.* 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2007. ISBN 978-80-251-1701-9.

[17] SINGULE, F. *Americká pragmatická pedagogika.* 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. ISBN 80-04-20715-4.

[18] DEWEY, J. *Experience and education.* New York: Touchstone, 1997 (1. vyd. 1938). ISBN 978-0-684-63828-1.

[19] MAREŠ, J. *Styly učení žáků a studentů.* Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-246-7.

[20] KOLB, D. A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development.* Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1984. ISBN 978-013-295-261-3. Chapter 2, The Process of Experiential Learning. s. 20–38.

[21] SMITH, M. K. David A. Kolb on experiential learning. *The encyclopedia of informal education* [online]. Aktualizováno: 28. 12. 2007. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.infed.org/b-explrn.htm>

[22] *Kolb learning style* [online]. Součast webového portálu: Businessballs free work and life learning and organizational development, free publishing and advertising. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.businessballs.com/kolblearningstyles.htm>

[23] HEALEY, M.; JENKINS, A. Kolb's Experiential Learning Theory and Its Application in Geography in Higher Education *Journal of Geography.* 2000 99(5), s. 185-195. ISSN 1752-6868.

[24] GARDNER, H. *Dimenze myšlení. Teorie rozmanitých inteligencí.* 1. vyd. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-279-3.

[25] *Metodický manuál k semináři Instruktor lanových aktivit II. třídy (nízké lanové překážky).* Olomouc: Profesní sdružení pro zážitkové vzdělávání, Project Outdoor, 2007.

[26] LUCKNER, J.; NADLER, R. *Processing the experience: strategies to enhance and generalize learning.* Dubuque (Iowa): Kendall/Hunt Publishing company, 1997. ISBN 0-7872-1000-5.

[27] *Bezpečnost / Garant odborných, bezpečnostních a etických standardů v oboru - PSZV* [online]. Součást webového portálu Profesního sdružení pro zážitkové vzdělávání. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.pszv.cz/bezpecnost>

[28] NAAR, D.; PECHANCOVÁ, E.; SLEJŠKA, Z. *Manuál prožitkové pedagogiky aneb co potřebujete vědět k realizaci prožitkových kurzů.* Liberec: Sdružení Egredior, 2003.

[29] *Nadace Schola Ludus* [online]. Webové stránky organizace. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.scholaludus.sk/>

[30] *iQpark Liberec. Labyrint vzdělávání a poučení. Dům plný her a poznávání* [online]. Webové stránky Science centra. Dostupné online [cit. 11. 3. 2008]:
<http://www.iqpark.cz/cs/>

[31] *Technická herna - experimentárium* [online]. Webová stránka v rámci webové prezentace Technického muzea v Brně. Dostupné online [cit. 11. 3. 2008]:
<http://www.technicalmuseum.cz/nab/nabidka.php?program=14>

[32] KOUDELKOVÁ, I. *Projekt Heuréka – O projektu* [online]. Webové stránky projektu. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/o-projektu>

[33] BRTNÍKOVÁ, M. Využití lidského těla ve výuce fyziky. In Svobodová, J.; Sládek, P. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky IX. Sborník z konference.* Svazek druhý. Brno: Paido, 2004. s. 12-16. ISBN 80-7315-087-5.

[34] HORVÁTH, P. Vlní sa celá trieda. In Svobodová, J.; Sládek, P. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky IX. Sborník z konference.* Svazek druhý. Brno: Paido, 2004. s. 29-31. ISBN 80-7315-087-5.

[35] LAWRENCE, M.; VERONICA M. Secondary school teachers and learning style preferences: action or watching in the classroom? *Educational Psychology.* 1997 17 Issue 1/2. s. 157-171. ISSN 0144-3410.

[36] LARKIN-HEIN, T.; BUDNY, D. D. Research on learning style: applications in the physics and engineering classrooms. *IEEE Transactions on Education.* 2001 44(3), s. 276-281. ISSN 0018-9359.

[37] BERNHARD, J. *Experientially based Physics Instruction using hands on Experiments and Computers.* Paper presented at First European Conference on Physics Teaching in Engineering Education (PTEE97). Copenhagen (Denmark), 1997.

[38] CHEE, Y. S. *Virtual Reality in Education: Rooting Learning in Experience.* In Proceedings of the International Symposium on Virtual Education 2001. Busan (South Korea): 2001. s. 43-54.

[39] KOUDELKOVÁ, I. et al. *Upravený program semináře Kanina 23. – 25. 11. 2001.* Interní materiál. Praha: KDF MFF UK, 2001.

[40] TONUCCI, F. *Vyučovat nebo naučit?.* Přel. S. Štech. 2. vyd. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 1994.

[41] BROKLOVÁ, Z.; KOUDELKOVÁ, I. *Heuréka, seminář věnovaný zážitkové pedagogice. Závěrečná zpráva.* Interní materiál. Praha: projekt Heuréka, 2005. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/~broklova/_materialy/akce/Zprava2005.pdf>

[42] BROKLOVÁ, Z. *Seminář „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky II". Závěrečná zpráva.* Interní materiál. Praha: projekt Heuréka, 2006. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/~broklova/_materialy/akce/ZZ_Hrastice2006.pdf>

[43] BROKLOVÁ, Z. *Seminář „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky III" – závěrečná zpráva.* Interní materiál. Praha: projekt Heuréka, 2007. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/~broklova/_materialy/akce/ZZ_Hrastice2007.pdf>

[44] BELBIN ASSOCIATES. *History and Research – Belbin Team Roles* [online]. Webové stránky a zde umístěné elektronické materiály. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.belbin.com/rte.asp?id=3>

[45] CANGELOSI, J. S. *Strategie řízení třídy. Jak získat a udržet spolupráci žáků při výuce.* 3. vyd. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-406-0.

[46] FONTANA, D. *Psychologie ve školní praxi.* 1. vyd. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-063-4.

[47] PETTY, G. *Moderní vyučování.* 1. vyd. Praha: Portál, 1996. ISBN 80-7178-070-7.

[48] PAČESOVÁ, M. *Lékař, pacient a Michael Balint.* 1. vyd. Praha: Triton, 2004. ISBN 80-7254-491-8.

[49] FISHER, R. *Učíme děti myslet a učit se. Praktický průvodce strategiemi vyučování.* 1. vyd. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-120-7.

[50] *Multiple intelligences – Howard Gardners multiple intelligences theory – Visual auditory kinesthetic learnings styles (VAK) model* [online]. Součast webového portálu: Businessballs free work and life learning and organizational development, free publishing and advertising. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.businessballs.com/howardgardnermultipleintelligences.htm>

[51] *Soustředění mladých fyziků a matematiků* [online]. Webové stránky soustředění. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/tabor/>

[52] *Jarní soustředění pro budoucí učitele fyziky* [online]. Webové stránky soustředění. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/>

[53] DVOŘÁK, L. Vlastníma rukama a hlavou: fyzikální tábory, soustředění a projekty na nich. In Dvořák, L.; Broklová, Z. (ed.). *Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávaní.* CD. Praha: Prometheus, 2005. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/rozsirene/Dvorak/Dvorak.pdf>

[54] DVOŘÁK, L. Informal Physics Education and Teacher's Training – Some Examples and Experience. In Planinšič, G.; Mohovič, A. (ed.). *Informal Learning and Public Understand of Physics, Third International GIREP Seminar 2005. Selected contributions.* Ljublana: University of Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics, 2006. s. 86-95. ISBN 961-6619-00-4.

[55] DVOŘÁK, L. Labs outside labs: miniprojects at a spring camp for future physics teachers. *Eur. J. Phys.* 2007, 28, s. 95-104. ISSN 1361-6404.

[56] ŽÁK, P. *Kreativita a její rozvoj.* 1. vyd. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0457-5.

[57] BROKLOVÁ, Z. Nefyzikální aktivity z fyzikálních soustředění. In Šerý, M. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 8.* Sborník konference. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2003. s. 110-112. ISBN 80-7040-647-X.

[58] BROKLOVÁ, Z. Zážitkový program na akcích s fyzikální tématikou. In Lepil, O. (ed.). *50 let didaktiky fyziky v ČR.* Sborník konference. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. s. 123-128. ISBN 978-80-244-1786-8.

[59] BROKLOVÁ, Z. Principy zážitkové pedagogiky ve výuce fyziky. In Zelenický, Ľ. (ed.). *DIDFYZ 2006 Rozvoj schopností žiakov v prírodovednom vzdelávaní.* Zborník abstraktov a príspevkov z XV. medzinárodnej konferencie. Nitra: Univerzita Konštantína filozofa, 2007. 6 s. ISBN 978-80-8094-082-9.

[60] SALLEH, A. Science in the media: The Good. The Bad and the Ugly. *Australian Science Teachers' Journal.* 2001, 47(4), s. 28-30. ISSN 0045-0855.

[61] AUGENBRAUN, E. Weapon of mass attraction. *Nature.* 2005, 433(27), s. 357-358. ISSN 0028-0836.

[62] JARMAN, R.; MCCLUNE, B. Learning with newspapers. In Braund, M.; Reiss, M. *Learning science outside the classroom* London: RoutledgeFalmer, 2004. s. 185-206. ISBN 0-415-32117-4.

[63] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia.* Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.rvp.cz/soubor/RVP_G.pdf>

[64] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením.* 2. dotisk 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, nakladatelství TAURUS, 2005. ISBN 80-87000-02-1. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.vuppraha.cz/clanek/59/110>

[65] *Příručka pro novináře střední a východní Evropy.* 1. vyd. Praha: Lidové noviny, 1991. ISBN 80-7106-045-3.

[66] ROTH, J. *Mediální výchova v Čechách. Tištěná media.* 1. vyd. Praha: Tutor, 2005. 136 s. ISBN 80-86700-25-9.

[67] JARMAN, R.; MCCLUNE, B. A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. Research Report. *International Journal of Science Education.* 2002, 24(10), s. 997–1020. ISSN 1464-5289.

[68] KACHAN, M. R.; GUILBERT, S. M.; BISANZ, G. L. Do Teachers Ask Students to Read News in Secondary Science?: Evidence from the Canadian Context. *Science Education.* 2006, 90(3), s. 496 - 521. ISSN 0036-8326.

[69] DIMOPOULOS, K.; KOULAIDIS, V. Science and Technology Education for Citizenship: The Potential Role of the Press. *Science Education.* 2003, 87(2), s. 241-256. ISSN 0036-8326.

[70] AIEX, N. K. Using Newspapers as Effective Teaching Tools. *ERIC Digest.* 1988, 35(10).

[71] *Teacher's Guides* a *Weekly Teacher's Guides.* Součást portálu Parade Classroom [online]. Učební materiály pro výuku založenou na aktuálním dění a využití novin. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.parade.com/paradeclassroom/index.html>

[72] *Newspapers Maintain the Brain* a další materiály publikované NIE oddělením novin Yakima-Herald z Washingtonu [online]. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.yakima-herald.com/nie/curriculum>

[73] *Newspapers in Education* [online]. Webový portál. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://nieonline.com/>

[74] *Exaktueel* [online]. Webové stránky novin Exaktueel. Radboud Universiteit Nijmegen. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.exaktueel.nl/>

[75] VAN HAREN, R.; LACKAMP, J. W. et al. Newspapers in Dutch physics education. *The Physics Teacher*. 1994 32, s. 8-10. ISSN 0031-921x.

[76] JARMAN, R.; MCCLUNE, B. Space Science News: from archive to teaching resource, the secret life of newspapers. *Physics Education*. 2004, 39(2), s. 188-196. ISSN 1361-6552.

[77] JARMAN, R.; MCCLUNE, B.; O'REILLY, J. (ed.). *Space Science - Special Edition*. The Belfast Telegraph. Belfast: Queen's University, 2004.

[78] JARMAN, R.; MCCLUNE, B. Space Science News: Special Edition, a resource for extending reading and promoting engagement with newspapers in the science classroom. *Literacy*. 2005, 39(3), s. 121-128. ISSN 1741-4369.

[79] PÖSCHL, R. *Vnímání významu matematiky a fyziky středoškolskými studenty*. Diplomová práce. Vedoucí: M. Chvál. Praha, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Katedra didaktiky fyziky, 2005.

[80] HALKIA, K.; MANTZOURIDIS, D. Students' views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*. 2005, 27(12), s. 1395-1411. ISSN 1464-5289.

[81] BROKLOVÁ, Z. *Noviny v hodinách fyziky*. Metodický portál RVP [online]. Seriál šesti článků. Praha: VÚP, 2007. ISSN 1802-4785. Aktualizováno: 14. 5. 2007. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.rvp.cz/clanek/1363>

[82] RATCLIFFE, M. Evaluation of abilities in interpreting media reports of scientific research Research Report. *International Journal of Science Education.* 1999, 21(10), s. 1085-1099. ISSN 1464-5289.

[83] JARMAN, R.; MCCLUNE, B. et al.: *Science Newswise. A guide to the use of newspapers in science teachning.* Belfast: Queen's University, 2005. ISBN 0 85389 8839.

[84] BROKLOVÁ, Z. Denní tisk ve fyzice. In Dvořák L. (ed.). *Dílny Heuréky 2005.* Praha: Prometheus, 2006. s. 7-17. ISBN 80-7196-334-8.

[85] REICHL, J. Garfieldovy fyzikální příběhy. Vybrané příběhy určené jako doplněk ke studiu fyziky. *Materiály šíleného fyzikáře.* CD. Vlastním nákladem, 2005.

[86] GHAFFARI, S. Using Media And Other outsider Sources To Engage Students In Chemistry Classroom Activities. *ARCO Journal.* 2004, 10, s. 71-76. Dostupné online [cit. 12. 2. 2007]: <http://www.southern.ohiou.edu/aurco/volume10/aurco2004.pdf>

[87] BROKLOVA, Z. Možnosti využití denního tisku ve výuce fyziky. In Hajdúková, T. (ed.). *Sborník konference Šoltésove dni.* Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum, 2005. s. 19-22. ISBN 80-7164-398-X

[88] KARÁSKOVÁ, V., ústní sdělení.

[89] *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol.* Interní materiály. Projekt v rámci Národního programu výzkumu II, MŠMT, řešený na KDF MFF UK, Praha 2006-2008.

[90] HÖFER, G. et al. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků.* Výzkumná zpráva o výsledcíxh dotazníkového šetření. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-436-8.

[91] KOLÁŘOVÁ, R. et al. *Fyzika pro 9. ročník základní školy.* Dotisk 1. vyd. Praha: Prometheus, 2000. ISBN 80-7196-193-0.

[92] MACHÁČEK, M. *Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia.* Praha: Prometheus, 2005. Dotisk 2. vyd. ISBN 80-7196-191-4.

[93] JÁCHIM, F., TESAŘ, J. *Fyzika pro 8. ročník základní školy.* SPN – státní pedagogické nakladatelství, Praha, 2004. Dotisk 1. vyd. ISBN 80-7235-125-7.

[94] BOHUNĚK, J. *Pracovní sešit k učebnici Fyzika pro 9. ročník základní školy.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-133-7.

[95] KOLÁŘOVÁ, R. et al. *Příručka učitele fyziky na základní škole s náměty pro tvorbu ŠVP.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-336-4.

[96] MACHÁČEK, M. *Pracovní sešit k učebnici Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia.* Dotisk 1. vyd. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-230-9.

[97] MACHÁČEK, M. *Příručka pro učitele k učebnicím Fyzika 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2007. ISBN 80-7196-348-6.

[98] RAUNER, K. *Fyzika pro základní školy a víceletá gymnázia 9.* 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2007. ISBN 80-7238-431-7.

[99] KOLEKTIV AUTORŮ. *Člověk a příroda - Energie, učebnice pro integrovanou výuku.* 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-341-8.

[100] ROJKO, M. et al. *Fyzika kolem nás. Fyzika 4 pro základní a občanskou školu.* 1. vyd. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-138-7.

[101] ŠTOLL, I. *Fyzika pro gymnázia. Fyzika mikrosvěta.* Dotisk 3. přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-241-4.

[102] LACINA, A. Postrecenze učebnice Fyzika pro gymnázia — Fyzika mikrosvěta. *Školská fyzika.* 2000, roč. VI, č. 3. ISSN 1211-151.

[103] LEPIL, O. *Fyzika pro střední školy II.* Dotisk 3. přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-185-X.

[104] ŠTOLL, I. *Fyzika pro netechnické obory SOŠ a SOU.* Dotisk 1. vyd. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-223-6.

[105] FUKA, J. et al. *Pokusy z fyziky na základní škole.* 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985.

[106] SVOBODA, E. et al. *Pokusy z fyziky na střední škole (4. díl).* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-010-1.

[107] ŠVANDELÍK, J. *GAMABETA - Didaktická souprava pro demonstraci vlastností záření gama a beta a způsobů ochrany před ionizujícím zářením.* Popis a návod k použití. Praha: ČEZ, 1994.

[108] ŠŤASTNÝ, F.; ONDRÁČEK, Z. Možnosti demonstrace vlastností ionizujícího záření. *Školská fyzika.* 1996/97, roč. IV, č. 3. ISSN 1211-151.

[109] ŠŤASTNÝ, F.; BRADLEC A. Demonstrace vlastností ionizujícího záření. *Matematika-fyzika-informatika.* 1998, roč. 8, č. 1., s. 24-29. ISSN 1210-1761.

[110] ŽILAVÝ P. GAMAbeta2007 – souprava pro pokusy z jaderné fyziky. In Dvořák, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12.* Praha: Prometheus, 2007. s. 183-186. ISBN 80-7196-352-3.

[111] *Matematika-Fyzika-Informatika. Časopis pro výuku fyziky na základních a středních školách.* Praha: Prometheus, 1991-. Vychází desetkrát ročně. ISSN 1210-1761.

[112] *Školská fyzika. Praktický časopis pro výuku fyziky a práci s talentovanými žáky na základních a středních školách.* Plzeň: Západočeská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra obecné fyziky, 1993-. Vychází čtyřikrát ročně. ISSN 1211-151.

[113] *Rozhledy matematicko-fyzikální. Časopis pro zájemce o matematiku, fyziku a informatiku.* Praha: Jednota českých matematiků, 1991-. Vychází čtyřikrát ročně. ISSN 0035-9343.

[114] *Metodický portál RVP. Portál vzdělávání* [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze. ISSN 1802-4785. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.rvp.cz>

[115] TRCHOVÁ, M.; JIRŮTKOVÁ, L. Tunelový jev a jiné kvantové jevy s FAMULEM. *Matematika-fyzika-informatika.* 1995, roč. 4, č. 8., s. 362-370 a č. 9 s. 420-424. ISSN 1210-1761.

[116] TRCHOVÁ, M.; MELČÁKOVÁ, L. Jak drží atomy v molekulách pohromadě. *Matematika-fyzika-informatika.* 1997, roč. 6, č. 7., s. 381-386 a č. 8 s. 457-460. ISSN 1210-1761.

[117] JIRŮTKOVÁ, L. *Grafické znázornění kvantově-mechanických stacionárních stavů s použitím modelového systému Famulus* Diplomová práce. Vedoucí: M. Trchová. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta UK, 1993.

[118] WEISSOVÁ, M. *Grafické znázornění kvantově-mechanických nestacionárních stavů s použitím modelového systému Famulus.* Diplomová práce. Vedoucí: M. Trchová. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta UK, 1995.

[119] MELČÁKOVÁ, L. *Znázornění stacionárních stavů některých atomů v systému Famulus.* Diplomová práce. Vedoucí: M. Trchová. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta UK, 1996.

[120] TRCHOVÁ, M.; JIRŮTKOVÁ, L. *Kvantová mechanika I pro systém FAMULUS - verze 3.5.* Praha: Famulus Etc., 1994.

[121] KOUPIL, J. *Famulus i ve Windows XP (či jiném OS)* [online]. Aktualizováno: 8. 12. 2006. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://kdf.mff.cuni.cz/~koupil/pocitace/famulus.php>

[122] HUBEŇÁK, J. Záření absolutně černého tělesa. *Školská fyzika.* 1994/95, roč. II., č. 3. ISSN 1211-151.

[123] RAUNER, K. Rutherfordův rozptyl částic α. In Rauner, K. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 2.* Sborník z konference. Plzeň: Západočeská univerzita, 1992. ISBN 80-7043-215-2. Dostupné také: In Dvořák, L.; Broklová, Z. (ed.). *Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávaní.* CD. Praha: Prometheus, 2005. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_02/02_22_Rauner.html>

[124] RAUNER, K. Franckův-Hertzův pokus laboratorně i demonstračně. *Školská fyzika.* 1996/97, roč. IV., č. 2. ISSN 1211-151.

[125] BUREŠOVÁ, J. *Mlžná komora* [online]. Aktualizace: 14. 4. 2005. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://fyzweb.cuni.cz/dilna/vyvoj/mlzna/index.htm>

[126] LACINA, A.; MARTINÁSKOVÁ, H. Fotoelektrický jev. *Školská fyzika.* 2004, roč. VIII., č. 3, s. 15-27. ISSN 1211-151.

[127] LACINA A., MARTINÁSKOVÁ, H. *Úvodní výklad kvantových vlastností elektromagnetického záření – fotoelektrický a/nebo Comptonův jev (?).* In Rauner, K. *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3, Rámcové vzdělávací programy.* Sborník z konference. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-603-5.

[128] HAVEL, V. Jak vypočítat magnetický moment atomu nebo iontu? *Školská fyzika.* 1998, roč. V., č. 4. ISSN 1211-151.

[129] JONES, G. T. (coordinator) *Bubble Chambers website* [online]. Webové stránky vytvořené v rámci CERN and High School Teachers Programme. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://teachers.web.cern.ch/teachers/archiv/HST2005/bubble_chambers/BCwebsite/index.htm>

[130] GREJTÁK, V. Bublinové komory vo vyučování fyziky. *Matematika-fyzika-informatika.* 2005, roč. 15, č. 2., s. 97-103. ISSN 1210-1761.

[131] BUREŠOVÁ, J. *Žákovské aktivity inspirované výzkumem částic* [online]. Webová stránka. Aktualizace: 24.11.2006. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://fyzweb.cuni.cz/new/materialy/castice/index.php>

[132] DOLEJŠÍ, J.; KOTRBOVÁ, O. *Částicová fyzika pro začátečníky* [online]. Materiál pro učitele. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www-ucjf.troja.mff.cuni.cz/~dolejsi/textbook/particle_textbook_CZ.htm>

[133] VÍCHA, V., FORMÁNEK P. Náhoda v chování fyzikálních objektů. In Dvořák, L.; Broklová, Z. (ed.). *Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávaní.* CD. Praha: Prometheus, 2005. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_10/10_26_Vicha.html>

[134] RAUNER, K. Pan Tompkins hraje v kostky. *Školská fyzika.* 1998, roč. V., č. 1. ISSN 1211-151.

[135] SMOLEK, K. (koordinátor). *CZELTA (Czech Large-area Time Coincidence Array)* [online]. Webové stránky projektu. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.utef.cvut.cz/cz/?Ns=103&id=1000006>

[136] SMOLEK, K. et al. Současný stav zapojení středních škol do projektu CZELTA. In Dvořák, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12.* Praha: Prometheus, 2007. s. 183-186. ISBN 80-7196-352-3.

[137] VÍCHA, V. et al. CZELTA – zapojení studentů v Pardubicích. In Dvořák, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12.* Praha: Prometheus, 2007. s. 66-73. ISBN 80-7196-352-3.

[138] DOLEJŠÍ, J.; RAMEŠ, J. *Sáhněte si na částice, 2007* [online]. Webová stránka. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://ipnp00.troja.mff.cuni.cz/dolejsi/outreach/masterclasses-cz07.htm>

[139] JANÁS, J.; TRNA, J. *Konkrétní didaktika II.* 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, 2005. 94 s. ISBN 80-210-3624-9.

[140] LACINA, A. Atom – od hypotézy k jistotě (ke 170. výročí objevu Brownova pohybu). *Školská fyzika.* 1996/97, roč. IV., č. 4. ISSN 1211-151.

[141] LACINA, A. Deset kroků do mikrosvěta. In Rauner, K. *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3, Rámcové vzdělávací programy.* Sborník z konference. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-603-5.

[142] BROKLOVÁ, Z. *Jaderné hrátky.* Součást vzdělávacího programu ČEZ, a. s., Svět energie. Praha: ČEZ, a. s., 2006.

[143] BROKLOVÁ, Z. *Učíme jadernou fyziku.* Součást vzdělávacího programu ČEZ, a. s., Svět energie. Praha: ČEZ, a. s., 2008. ISBN 978-80-254-1342-5.

[144] DUFKOVÁ, M. *Domácí pokusy z jaderné fyziky.* Praha: ČEZ, 2001.

[145] MULLER, E. *Rutherford Roller* [online]. Exploratorium, 2003. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.exo.net/ emuller/activities/Rutherford Roller.pdf>

[146] *Radiation, Radioactivity, and Risk Assessment* [online]. Classroom Curriculum Material. Fusion Education Program. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://fusioned.gat.com/images/pdf/Radiatn_radioact_risk.pdf>

[147] IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY) NUCLEAR DATA CENTRE. *Atomic Mass Data Center* [online]. Databáze atomových hmotností. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www-nds.iaea.org/amdc/>

[148] MARIACHI TEAM. *Beer Froth Experiment* [online]. Webová stránka, součást MariachiWiki. Aktualizace: 10. 3. 2006. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www-mariachi.physics.sunysb.edu/wiki/index.php/Beer_Froth_Experiment>

[149] *MariachiWiki* [online]. Webový portál projektu Mariachi. Aktualizace: 6. 2. 2008. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www-mariachi.physics.sunysb.edu/wiki/index.php/Main_Page>

[150] *Sources and effects of ionizing radiation* [online]. UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) 2000 Report. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>

[151] *Beauty and Charm at Fermilab. An Introduction to Particle Physics. Teacher's Guide* [online]. Fermi National Accelerator Laboratory Batavia, Illinois, 2000. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://ed.fnal.gov/samplers/bandc/bandc.html>

[152] *Encyklopedie Energie (verze 1.0)* [CD]. Simopt, s.r.o., 1999. Dostupné také online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.simopt.cz/energyweb/>

[153] BROKLOVÁ, Z. Fyzika mikrosvěta. In Dvořák, L. (ed.). *Dílny Heuréky 2006-2007.* V tisku.

[154] BROKLOVÁ, Z. *Aktivity z mikrosvěta.* In Holubová, R. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky XI.* Sborník konference. Olomouc: Univerzita Palackého a Praha: Jednota českých matematiků a fyziků, 2006. s. 103-112. ISBN 80-244-1491-0.

[155] BROKLOVÁ, Z. Brožury pro výuku jaderné fyziky na ZŠ a SŠ. In Piskač, V. *Projektová výuka fyziky ve ŠVP* [CD]. Sborník ze semináře. Brno: vlastním nákladem, 2007. ISBN 978-80-7015-121-1.

[156] *Atomic Spectra Database*, Version 3. NIST Atomic Spectra Database [online] National Institute of Standards and Technology. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/contents-atomic.html>

[157] KOOPMAN, L.; KAPER, W. H.; ELLERMEIJER. A. L. *Learning Quantum Mechanics through Experience* [online]. In *Modelling in Physics and Physics Education GIREP Conference 2006.* Selected

articles. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.science.uva.nl/research/amstel/dws/girep2006/index.php?PageName=learning_quantum_mechanics>

[158] *The Physics Education Technology (PhET)* [online]. Webové stránky projektu. University of Colorado, 2007. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://phet.colorado.edu/>

[159] McKagan, S. *Intro to Photoelectric Effect Interactive Lecture* [online]. Výukový materiál k appletu. Aktualizace: září 2007. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://phet.colorado.edu/new/teacher_ideas/view-contribution.php?contribution_id=109&referrer=/new/teacher_ideas/browse.php?order=asc&sort_by=contribution_title&Simulations[]=Photoelectric%20Effect&Types[]=all&Levels[]=all>

[160] McKagan, S. *Understanding the Photoelectric Effect* [online]. Výukový materiál k appletu. Aktualizace: září 2007. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://phet.colorado.edu/new/teacher_ideas/view-contribution.php?contribution_id=58&referrer=/new/teacher_ideas/browse.php?order=asc&sort_by=contribution_title&Simulations[]=Photoelectric%20Effect&Types[]=all&Levels[]=all>

[161] Koopman, L. *Quantummechanica aan den lijve ondervinden* [online]. Amsterdam: AMSTEL Instituut, 2006. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://staff.science.uva.nl/~lkoopman/download/werkblad_woudschoten2006.pdf>

[162] Feynman, R. P.; Leighton, R. B.; Sands, M. *Feynmanovy přednášky z fyziky s řešenými příklady 1/3.* 1. vyd. Praha: Fragment, 2000. ISBN 80-7200-405-0.

[163] Voldřich, M. *MatMat – kreslítko grafů funkcí jedné proměnné* [program]. Verze 0.5. Aktualizace: 15. 3. 2004. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.voldrich.net/web_1/c5.php>

[164] Vícha, V.; Formánek P. *Dualismus* [program]. Verze 1.0. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/2005/dalsi_cz.php>

[165] HEUSLER, S. *QED - Materie, Licht und das Nichts. QED - Light, the Matter and the Void* [DVD]. 2005. ISBN 3-933941-55-5.

[166] BROKLOVÁ Z. *Poznámky k aktivitám ze semináre „Vybrané kapitoly z kvantové fyziky"*. Interní materiál projektu Heuréka. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta UK, Katedra didaktiky fyziky, 2007.

[167] BROKLOVÁ, Z. *Kvantová fyzika středoškolsky a aktivně* [online]. Webové stránky. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://kdf.mff.cuni.cz/~broklova/kvantovka.php>

[168] BROKLOVÁ, Z. Kvantová fyzika středoškolsky a aktivně. In Dvořák, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12.* Praha: Prometheus, 2007. s. 183-186. ISBN 80-7196-352-3.

[169] BUDDLE, M. et al. 'Electronium': a quantum atomic teaching model. *Physics Education.* 2002 37(3) 197-203. ISSN 1361-6552.

[170] MÜLLER, R.; WIESNER, H. Teaching quantum mechanics on an introductory level. *American Journal of Physics.* 2002, 70(3), s. 200-209. ISSN 0002-9505.

[171] BUDDLE, M. et al. *The quantum atomic model 'Electronium': a successful teaching tool. Physics Education.* 2002 37(3) 2004-2010. ISSN 1361-6552.

[172] MAREČEK, A.; HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia.* 1. díl. 2. přepracované vyd. Brno: PROTON, 1997. ISBN 80-902402-0-8.

[173] FALSTAD, P. *Hydrogen Atom Applet* [java applet]. Verze 1.5 Aktualizace: 3. 14. 2005. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.falstad.com/qmatom/>

[174] MANTHEY, D. *Orbital Viewer. A program for drawing orbitals* [program]. Verze 1.04. Aktualizace: 14. 9. 2004. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]: <http://www.orbitals.com/orb/index.html>

[175] BRANT, S.; DAHMEN, H. D.; STROH, T. *Interactive Quantum Mechanics.* New York: Springer-Verlag, 2003. ISBN 0-387-00231-6.

[176] BELLONI, M.; CHRISTIAN, W.; COX, A. J. *Physlet Quantum Physics. An Interactive Introduction.* Pearson, Prentice Hall, New Jersey, 2006. ISBN 0-13-101970-8.

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Knihovna

[177] BROKLOVÁ, Z.; KOUPIL, J. *Pojďme si hrát s orbitaly* [online]. Web projektu Orbitaly. Aktualizace: 27. 8. 2006. Dostupné online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://kdf.mff.cuni.cz/~broklova/orbitals>

[178] JÍLEK, M. *Re: orbitaly* [Elektronická pošta]. Zpráva pro: Zdeňka Broklová, 13. 11. 2007. Osobní komunikace.

[179] BROKLOVÁ, Z.; KOUPIL J. *Visualisation of Spherical Harmonics and Hydrogen Atom States* [Poster]. Praha, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Week of Doctoral Students, 2006.

[180] BROKLOVÁ, Z.; KOUPIL, J. Visualisation of Hydrogen Atom States. In Slooten, O.; van den Berg, E.; Ellermeijer, T. *Modelling in Physics and Physics Education.* Proceedings of GIREP Conference 2006. Amsterdam: v tisku. Dostupné také online [cit. 27. 2. 2008]:
<http://www.science.uva.nl/research/amstel/dws/girep2006/index.php?PageName=learning_quantum_mechanics>

[181] BROKLOVÁ, Z. Pojďme si hrát s orbitaly. In Dvořák, L. (ed.). *Dílny Heuréky 2006-2007.* V tisku.

[182] HERRMANN, F. et al. *Das Wasserstoffatom im bild* [CD]. Karlsruhe: Aulis Verlag Deubner, 2005. ISBN 376142630-5.

Přílohy

Příloha A

Ukázka závěrečné zprávy z metodického semináře o zážitkové pedagogice

Na následujících stránkách se nachází závěrečná zpráva ze semináře „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky II“ [42], který se konal v květnu roku 2006. Zpráva obsahuje cíle semináře, popis programu, ale také stručný záznam a výstupy jednotlivých diskuzních částí a teoretické materiály, které byly na semináři použity. Tato příloha je zde uvedena jako konkrétní příklad programu zážitkového semináře i jako ukázka jeho metodické části.

Závěrečná zpráva je zde uvedena v původní podobě, proto má následující text jiný vzhled než celá práce a pro větší přehlednost bylo odstraněno původní číslování stránek.

Seminář „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky II" závěrečná zpráva

Malá Hraštice 9. – 11. 6. 2006

Tato závěrečná zpráva (včetně doprovodných materiálů uvedených v příloze) je určena účastníkům semináře. Ve zprávě jsou uvedeny cíle, které celý kurz sledoval, podrobně zachycen průběh připraveného programu a podstatné myšlenky, nápady a podněty účastníků, které padly během jednotlivých diskuzí. V příloze této zprávy jsou také uvedeny písemné materiály, které byly účastníkům rozdány během kurzu.

Cíle semináře

Seminář „Ochutnávka ze zážitkové pedagogiky II" sledoval dva hlavní cíle:

- dát účastníkům možnost zažít seminář sestavený a vedený podle principů zážitkové pedagogiky a tím ukázat některé základní prvky tohoto přístupu k učení
- věnovat se jednomu většímu tématu (dle zájmu účastníků) spojenému s prací učitele

Hlavní téma semináře – **motivace** – bylo vybráno na základě předběžných přihlášek, ve kterých jsme požádali zájemce, aby napsali témata, o která by měli zájem.

Základní schéma programu

	dopoledne	odpoledne I.	odpoledne II.	večer
pátek				Nastartování kurzu Společná pravidla
sobota	Motivace I.	Outdoor	Motivace II.	Kreativita
neděle	Principy ZP			

Konkretizované cíle jednotlivých programových bloků:

Protože tento materiál může posloužit nejenom jako připomínka proběhlého programu, ale i jako konkrétní ukázka toho, jak se zamýšlet při přípravě zážitkových programů, uvádíme zde i konkretizované cíle jednotlivých programových bloků a některé aktivity jsme doplnili o metodické či lektorské poznámky.

Nastartování kurzu

- účastníci si připomenou jména těch, co znají, a seznámí se novými lidmi
- dojde k uvolnění napětí a nastavení přátelské pracovní atmosféry
- dojde k prolomení ledů, vzájemné naladění skupiny
- všichni se seznámí se základními pravidly základny a domluvíme se na pravidlech soužití a práce na kurzu
- účastníci si uvědomí důvod, proč na kurz přijeli a zároveň vedoucí zmapují jejich očekávání
- účastníci dostanou příležitost se dozvědět vzájemně o sobě další, méně obvyklé informace

Společná pravidla

- sdílet zkušenosti s různými podobami společných pravidel a jak je zavést
- společně nalézt „oblasti", které by měla pravidla pokrýt, co by v nich nemělo být, doporučení pro formální i obsahovou formu pravidel, aby byla co nejúčinnější
- porovnat zkušenosti a výsledky diskuze s doporučeními v knihách

Motivace I.

- účastníci dostanou možnost si vyzkoušet, jak reagují na různé typy úkolu i přístupů vedoucího
- na základě těchto zkušeností budou schopni vyjmenovat faktory, které je motivují k práci/učení/řešení úkolu, a faktory, které je naopak odrazují

Teorie, které bychom se chtěli dotknout:

- co je to motivace, rozdíl mezi vnitřní a vnější motivací, Maslowova pyramida potřeb

Outdoor

- fyzické protažení účastníků
- získání zkušenosti s hraním delší strukturované hry
- odreagování od spíše „teoretického" programu

Motivace II.

- účastníci dostanou příležitost použít poznatky z Motivace I. při řešení nějaké konkrétní situace
- sestavíme společně seznam „Čím motivuji jako učitel"

Teorie, které bychom se chtěli dotknout:

- začarované kruhy, „FOCUS", formy pozitivního hodnocení

Kreativita

- uvolnění atmosféry, zábava

Principy zážitkové pedagogiky

Teorie: význam cílů v zážitkové pedagogice, Kolbův cyklus učení, zónová koncepce učení

- veškerou teorii odkazovat na program právě končícího kurzu
- prakticky si vyzkoušet konkretizaci příliš obecných cílu

Základní použitá literatura

Cangelosi, J. S.: Strategie řízení třídy, Portál, Praha 1994.

Petty, G.: Moderní vyučování. Portál, Praha 2004.

Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha1997.

Čáp, J.: Psychologie výchovy a vyučování. Karolinum, Praha 1993.

materiály z webového portálu: http://www.businessballs.com/

Program vlastního semináře

Na následujících stránkách naleznete okomentovaný program celého semináře, včetně nejzajímavějších myšlenek, které zazněly v následných diskuzích. Akce se zúčastnilo celkem 8 účastníků – většinou učitelů na různých typech škol a dvě studentky, které si vzaly na starosti vaření. Výsledný program kurzu se mírně odlišoval od připravené verze, reagoval na vzniklé situace a zájem účastníků.

Příjezd

Většina účastníků i lektoři cestovali na kurz společně vlakem, takže již během cesty byl čas na popovídání si a vzájemné seznámení. Kromě několika málo výjimek se účastníci i lektoři kurzu navzájem dobře znali a byli zvykli společně pracovat. Po příjezdu na základnu se účastníci ubytovali, navečeřeli a ve 20:45 začal první blok programu.

Pátek večer

Seznámení

Všichni si sedli tak, aby po pravé ruce měli někoho, koho alespoň trochu znají. Tohoto člověka pak každý krátce představil.

pozn.: Tato varianta představování účastníků byla zvolena právě proto, že většina lidí se dobře znala.

Krok vpřed

Hráči stáli v kruhu, vedoucí říkal různé charakteristiky, každý mohl vyjádřit svůj souhlas tím, že udělal krok vpřed, při nesouhlasu zůstal stát na místě, kdo nevěděl nebo nechtěl odpovídat, si dřepl, po každé otázce byla malá pauza, ve které mohli hráči své odpovědi okomentovat.

Položené otázky:

- Mám doma psa.
- Rád kreslím nebo maluji.
- Umím hrát na hudební nástroj.
- Rád tančím.
- Strávil jsem více než rok v cizí zemi.
- Byl jsem okraden (podveden) o více než 1000 Kč.
- Zúčastnil jsem se soudního líčení.
- Zúčastnil jsem se voleb do Poslanecké sněmovny Parlamentu České republiky.
- Za poslední 3 měsíce jsem alespoň jednou vstával později než v 10 hodin dopoledne.
- Navštívil jsem více než 5 hlavních měst evropských zemí.
- Chtěl bych znát datum svého úmrtí.
- Vlastním řidičský průkaz.
- Při hře krok vpřed jsem se dozvěděl něco nového.

pozn.: Aktivita je popsána v knize Bakalář E.: Psychohry, Mladá fronta, Praha 1989

Organizační záležitosti

Následovaly informace o technických záležitostech týkajících pobytu na základně, o denním režimu a o metodě práce, kterou budeme používat (viz obrázek).

Začneme od vlastních zkušeností, o kterých si budeme povídat, abychom se obohatili o zkušenosti dalších. Potom se pokusíme dát našim zkušenostem nějaký řád, strukturu, zobecnit je nebo přenést do jiných situací. Nově získané poznatky zkusíme aplikovat nebo je alespoň porovnáme s tím, co je uvedeno v knihách.

Loňští účastníci byli upozorněni na podobnost s Kolbovým cyklem učení, který v minulém roce na kurzu zazněl a byl diskutován.

Poslední organizační záležitostí byla základní pravidla chování a vzájemných vztahů, která by nám měla zaručit co nejlepší průběh kurzu. Návrh byl účastníkům předložen, byl prodiskutován význam jednotlivých pravidel a nabídnuta možnost změny či doplnění.

Použitý seznam pravidel:

- *Dobrovolnost*
- *Pravidlo STOP*
- *Mluví jeden*
- *Právo na chybu*
- *Nerušivý mobil*
- *Chodit včas*
- *Respektovat sebe i druhé*

Společná pravidla I. aneb burza myšlenek

Účastníci byli rozděleni na dvě pětičlenné skupiny, jejich úkolem bylo ve dvou skupinách dát dohromady co nejvíce odpovědí na otázky *„Proč a jak zavádět (ve třídě, ale i jinde) společná pravidla chování"*, každá myšlenka a nápad se napsal na samostatný lísteček. Každá skupina vytvořila kolem třiceti lístečků, které byly uschovány na druhý den, kdy se s nimi dále pracovalo.

Lipogram

Každý účastník si vylosoval očíslovaný papír a pomocí rtěnky měl na něm vytvořit svůj lipogram – otisk rtů. Někteří byli z tohoto úkolu mírně rozpačití, nakonec to ale zvládli všichni. Papíry potom byly postupně kladeny na zem a každý odhadoval, komu který lipogram patří a své tipy zapisoval do připraveného záznamového archu. Po ukončení hádání se každý ke svému lipogramu přihlásil a spočítal si, kolik lidí ho uhodlo. Tento údaj mohl naopak porovnat s tím, kolik lidí odhadl správně on.

pozn.: Aktivita je popsána v knize Bakalář E.: Psychohry, Mladá fronta, Praha 1989

Ukončení dne

Program prvního dne byl ukončen „závěrečným rituálem". Všichni jsme seděli v kruhu a v místnosti svítila jediná větší svíčka, která postupně kolovala. Všichni byli požádáni, aby až k nim dojde svíčka, odpověděli či se nahlas zamysleli nad některými z následujících otázek: „Proč jste na kurz přijeli? Co od něho očekáváte? Jak v neděli poznáte, že to byl úspěšný víkend?"

Sobota dopoledne

Molekuly

Vedoucí říká počet atomů v molekule, hráči vytvářejí co nejrychleji skupiny s daným počtem lidí.

pozn.: Aktivita byla určena hlavně k vytvoření trojic pro další hru.

Rozstříhaná zvířátka

Na louce byly rozházené rozstříhané kartičky s obrázky zvířátek. Účastníci, rozdělení do tří skupin po třech, měli za úkol nejprve posbírat co nejvíce lístečků a potom z nich poskládat celé obrázky. Jednotlivé dílky si mohly skupiny mezi sebou vyměňovat. Na konci si skupiny spočítaly body: jeden dílek celého zvířátka = jeden bod.

pozn.: Cílem aktivity bylo trošku rozhýbat účastníky a naladit je opět na společnou práci.

Společná pravidla II aneb hledáme strukturu

V tuto chvíli jsme se vrátili k nápadům napsaných na lístečcích předchozí den.

Nejdříve všichni dostali chvilku na to, zamyslet se nad diskuzí z předchozího dne a případně dopsat další lístečky. Potom již účastníci pracovali se všemi lístečky, které byly promíchány, aby se propojily nápady obou skupin. Úkolem účastníků bylo dát lístečkům nějaký řád či strukturu, nebo alespoň dát k sobě lístečky s podobným obsahem. Po delší debatě byly vytvořeny tři skupiny lístečků[1]:

- **Obsah** (co by v nich mohlo být).
- **K čemu jsou** (s jakým cílem je děláme)
- **Jak na pravidla** (jakým způsobem k nim dospět)

V každé skupině se daly ještě vysledovat menší podskupiny. V další diskuzi se vyčlenila ještě skupinka metapravidel – tj. pravidel o pravidlech (například to, že pravidla by měla platit pro žáky i učitele).

Společně tedy účastníci vytvořili „metodický návod" pro zavádění pravidel, který pak následně měli možnost porovnat s názory uvedenými v literatuře na připraveném materiálu *Společná pravidla* (viz příloha).

Zkušenosti jednotlivých účastníků (záznam několika myšlenek z diskuze):

- Nejprve jsem zadal studentům samostatnou práci, studenti však začali problém řešit spolu, diskutovat. Snažil jsem se je vrátit k samostatné práci, ale pak jsem si uvědomil, že je to špatně a zbytečné, že i povaze úkolu spíše odpovídá diskuze v malé skupině. Zastavil jsem činnost, změnil pravidlo a nechal je spolupracovat.
- Po rekonstrukci počítačové učebny byla změněna pravidla práce v učebně, studenti nebyli ochotni změnu přijmout (týkalo se to možnosti jídla v učebně). Sama nevím, zda toto pravidlo bylo dobré.
- Ne vždy je třeba pravidla vytvářet společně se studenty. Argument „Jsme tady od toho, abychom něco společně udělali, naučili se apod.", by měl fungovat.
- Učitel je ve třídě proto, aby žáky něco naučil. Může tedy argumentovat, že dané pravidlo potřebuje k tomu, aby se žáci učili. A on je placen za to, že se oni něco naučí.
- Některé děti na sebe neumějí upozorňovat jinak, než negativním způsobem, zlobením.
- Co dělat s pravidlem, které navrhly děti, ale které je nevhodné. Jde zrušit „blbé" pravidlo?
- Je dobré dát předem do pravidel i pravidlo, jak postupovat při změně pravidel.

[1] Detailně je vytvořená struktura pravidel uvedena dále.

- Není vhodné, aby učitel „zařizoval", že děti přijdou na nevhodnost nějakého pravidla (aby si to „sežraly"). Je lepší, když děti dojdou k tomu, že to není správná cesta, přirozeným způsobem.

Na závěr tohoto bloku všichni mohli vyjádřit, jak vnímají osobně zajímavost a přínosnost celé diskuze o společných pravidlech, ukázáním rukou do různé výšky na škále: velmi nezajímavé = ruka u země, velmi zajímavé = vysoko nad hlavou (tzv. „teploměr", metoda rychlé diagnostiky skupiny nebo získání zpětné vazby). Hodnocení bylo velmi pozitivní.

Motivace I.

Sedmiboj

Dvojice hráčů měly za úkol během 40 minut získat co nejvíce bodů. Na sedmi stanovištích mohly plnit různé úkoly, jejichž bodovou hodnotu znaly předem.

Stanoviště

- *Pexeso* – na stole leželo rubovou stranou vzhůru 32 kartiček pexesa, oba hráči se střídali v obracení dvojice kartiček. Pokud byly obrázky stejné, mohli si dvojici ponechat, pokud byly různé, otočili ji zpět, pak otáčel zase dvě kartičky druhý člen dvojice, na hru byl časový limit 2 minuty, každá nalezená dvojice znamenala jeden bod do sedmiboje
- *Popelka* – úkolem dvojice bylo v časovém limitu 2 minuty roztřídit směs hrachu a fazolí do dvou misek, hodnotila se kvantita i kvalita přebrání, maximálně 5 bodů
- *Kostičky* – úkolem bylo složit 2 kostky z hlavolamu HappyCube, úkol nebyl časově limitován, složení každé kostičky bylo za 5 bodů
- *F-příběhy* – úkolem bylo napsat příběh obsahující 10 různých slov začínajících písmenem f, 5 bodů bylo za slova, 5 bodů za krásu příběhu
- *Rébusy* – úkolem bylo vyluštit 5 rébusů, řešení každého bylo za 5 bodů
- *Hod na cíl* – každý hráč měl 5 pokusů, kdy se měl trefit tenisákem do lavóru, před tím byly povoleny dva cvičné hody, každý zásah byl oceněn jedním bodem
- *Origami* – úkolem dvojice bylo složit podle návodu dvě origami – pyramidu (5 bodů) a kabát (50 bodů)

Po vlastní hře následovala reflexe. Byly připravené tyto otázky:

- Jakou jste volili taktiku získání co nejvíce bodů?
- Jaké typy úkolů Vás lákaly k řešení? Proč?
- Co Vás při řešení povzbuzovalo?
- Co Vás naopak při řešení brzdilo či zcela odrazovalo?
- Co by Vám pomohlo k rychlejšímu vyřešení?

V *reflexi* se objevily následující myšlenky (jedná se jen o několik příkladů):

- U kostky jsem nesystematicky pracoval, až najednou kostka byla.
- Já jsem zvolila systematický postup, ten ale nefungoval.
- Úkoly byly nesrovnatelně těžké. Ze začátku jsme se měli asi víc zorientovat a stanovit si nějaké pořadí.

- Pomohlo by mi, kdyby na začátku bylo řečeno, že záleží na každém, jaké pořadí úkolů si zvolí.
- Jinou strategii by volil ten, kdo by chtěl získat nejvíc bodů a jinou ten, kdo by si chtěl hru užít.
- Bylo fajn, že Jakub při přebírání povzbuzoval.
- U práce mne držel i postoj „toho bohdá nebude...".
- Práci mi brzdil časový stres a vlastní neschopnost.
- V jedné dvojici vznikl problém, že jeden byl hotov se svojí částí dříve (kostky) a druhý svoji část ještě skládal. Rychlejšímu se nedařilo sama sebe zaměstnat, chuť něco dělat, řešit postupně klesala.
- Pomohlo by, kdyby bylo připraveno víc předloh k origami.
- Velmi zajímavé bylo Pexeso ve dvou (nebýt soupeři). Soupeřit jen s časovým limitem.
- Důležitá byla odpovědnost za dvojici, kdyby záleželo na mně, Pexeso bych vypustil, nemám ho rád.
- Štve mně, když něco nedokončím (a mám na to, ale není čas). Mnohé úkoly bych si ráda dokončila.
- Silná motivace bylo stihnout přebírání hrachu.

Postupně se v diskuzi začalo slovo motivace (lektoři ho záměrně sami nepoužívali vůbec) objevovat častěji, takže po dokončení sdílení konkrétních zážitků ze hry se diskuze stočila k otázce: *„Co to je motivace?"*

- Chuť něco dělat, baví mne to.

a *„Co mě motivuje?"*

- Je třeba to udělat pro obecné blaho.
- Nechci to mít nedodělané.
- Dělám to za peníze, pro čokoládu, pochvalu.
- Dělám věci pro svůj dobrý pocit.
- Něco občas dělám, protože musím, nelze mi to jinak. Něco mne uvnitř nutí (nesnesitelné vnitřní pnutí).

Následovalo krátké teoretické okénko nad rozdanými materiály *Motivace, motivy a Maslowova hierarchie potřeb*. Několik poznámek z diskuze:

- Vnější motivy jsou takové, kdy to, po čem toužím, je něco jiného, než výsledek činnosti (paní učitelka mne pochválí, dostanu peníze, vyhnu se trestu, nechci se ztrapnit před ostatními, záleží mi na tom, co řeknou ostatní, ...).
- Motivy bychom mohli dělit na přímé (přes věc samotnou – chci vidět složenou kostku, chci mít poličku na stěně) a nepřímé (přes něco jiného – skládám kostku, abych dostal čokoládu).
- Příklad k jednomu bodu z rozdaného textu (faktory, které ovlivňují způsob reagování jedince na své jednání a prožívání, jeho vztahy k ostatním lidem a ke světu) – Hraji squash,

moc mi to nejde, ale když mne trenér povzbudí, dělám to dál. Zvnějšku může někdo změnit to, jak vnímám své vnitřní pocity a zda to chci dělat dál.

- Cílem učitele by měla být vnitřní motivace, ale skoro vždy se začíná vnější motivací.
- U malých dětí ale často vnější motivace není potřeba – malé děti se učí proto, že chtějí (viz Holt: Jak se děti učí).
- Důležitá je souhra vnitřní a vnější motivace. Jestliže mne něco baví, ale okolí mne za to kárá, „tluče se to".
- Otázka: „Chápu optimum u tepla, hladu,... Jaké je optimum u vyšších potřeb (uznání apod.)?" Nabídnutá odpověď: Od nějaké míry uznání člověku stačí („křivka je saturovaná"), u vyšších potřeb je mnohem častější jejich nedostatek než nadbytek.

Sobota odpoledne I.

Rýžoviště

Hráči se sami rozdělili do tří tříčlenných skupin – obchodních společností. V první fázi (cca 15 minut) hry bylo jejich úkolem vyrobit si váhy na odvažování 100 g balíčků rýže a vymyslet název své obchodní společnosti. Potom následovala druhá fáze, která byla rozdělena na tři samostatné sklizně (každá cca 10 minut, mezi nimi 5 minutové přestávky). V každé sklizni se dva členové obchodní společnosti proměnili na česače (dostali „nůše" = misky a „česáčky" = malé lžičky) a třetí byl obchodníkem (hráči se měli v roli obchodníka postupně vystřídat).

Během sklizně česači vyráželi na rýžová políčka, ze kterých přinášeli rýži svému obchodníkovi. Museli se ale celou dobu pohybovat pouze předepsaným způsobem a naráz směli odnést pouze daný počet „česáčků" rýže (viz tabulka dále). Obchodník odvažoval 100 g balíčky (váha se brala i s obalem, kterou tvořil papír formátu A5) a odnášel je do výkupny. Naráz směl ale nést pouze dva balíčky. Jeden balíček, který měl správnou váhu i dokonalou čistotu, byl vykoupen za 10 zlatých. Při váhové odchylce či nečistotách byla cena úměrně zmenšována. Cílem bylo vydělat co nejvíce.

Po vyhlášení konce každé sklizně mohli jak česači, tak obchodníci dokončit česání / obchod, pokud stihli vyrazit na pole nebo do výkupny.

sklizně	**pohyb**	**počet česáčků, způsob sběru**
Vojenské	pochod s vysoko zdviženými koleny	3, po každém zasalutovat
Chromé	jedna noha je „přední", druhá „zadní", „přední" noha se nesmí nikdy dostat před „zadní"	4, rozkročit nad polem, sbírat pod přední nohou
Veselé	taneční figura bota fogo z postupové samby	5, každý česáček doprovodit veselým „tralalala"

Metodická poznámka: Tuto hru lze hrát i solí, ale pozor při vlhkém počasí táhne vodu. V této hře je velký prostor na změnu jejího zaměření (lehkou úpravou pravidel) i možnost dát hráčům volnost „hrát" po svém – může se stát fyzicky náročnější běhačkou, více o komunikaci ve výkupně, o kooperaci a přesnosti při vážení, ... Jsou-li hráči méně hráčsky vyzrálí, je lepší volit jednodušší způsoby pohybu, u kterých méně hrozí spory ohledně jejich dodržování.

Po skončení hry proběhla krátká reflexe, ve které účastníci vyjádřili své pocity ze hry. Např. se líbilo to, že kdo stihne vyběhnout v limitu, může běh dokončit. Diskutovány byla i další pravidla a konkrétní momenty hry.

Následovala otázka: „Jaký jste měli pocit, když vám výkupna sdělila, že vám dá 10 nebo 9 zlatých za balíček?"

- Vadilo mi, že jsme dostali o bod míň za vadný kousek rýže.
- Nevadí mi, když jsem kárána, pokud tomu rozumím.
- Když jsem dostala 8 a 9 zlatých, doufala jsem, že ostatní budou mít také méně. Nemám v sobě, že musím vyhrát.
- Zajímalo mne spíše to, kolik to váží, než body.
- Ještě že jsme ten poslední balíček nenesli jako první. (Pozn. Poslední balíček obsahoval zbytky rýže, nebyl přesný, proto za něj bylo jen velmi málo bodů.)

Sobota odpoledne II. a večer

Tento blok přímo navazoval na předchozí diskuzi.

Začal myšlenkou: „Když se mi něco povede, mám chuť pokračovat. Když se mi něco nedaří, nemám do toho chuť. Tak vznikají začarované kruhy." Následovala velmi krátká diskuze nad materiálem týkajícím se *začarovaných kruhů* a *toho, jak jim zabránit.*

Několik otázek a myšlenek z této diskuze:

- Co se dá dělat, když studenti říkají, že stejně nemá smysl něco dělat, že to stejně nepochopí?
- Není to v životě někdy tak, že se občas daří a občas ne? Při učení a řešení problémů se může střídat úspěch a neúspěch. Tohle jsou dva spíše extrémy.
- Úspěch zlepšuje šanci na další úspěch, neúspěch často může vést k neúspěchu a ztrátě zájmu. Učitelé by se měli snažit dostat do výuky více chvály a méně kritiky. U nespolupracujícího žáka je vhodné ocenit i malý náznak snahy, malý pokrok. Pozor ale na devalvaci pochvaly.

V následující činnosti se měli účastníci pokusit použít teoretické úvahy v praxi (či spíše na modelové situaci). Rozdělili se na dvě skupinky, každá skupina si vylosovala jednu situaci a úkolem bylo předvést dvě krátké scénky, ve kterých předvedou roztočení pozitivního i negativního kruhu. Na diskuzi a přípravu scének měly obě skupiny přibližně půl hodiny. Scénky byly sehrány až po večeři. Po shlédnutí všech scének následovala diskuze, jejíž základní otázkou bylo: *„Co mě ve scénce zaujalo?"*

1. situace: Přebrali jste třídu od svého kolegy, který odchází do jiného zaměstnání. Tomáš je chytrý student, ale matematika ho nebaví, měl z ní na vysvědčení za 4. Vyvoláváte ho k tabuli, přičemž jemu se nechce a komentuje to: „ Vždyť je to zbytečné, stejně dostanu za 4!"

Negativní kruh: Učitel vyvolával opakovaně studentku k tabuli, i když odmítá jít k tabuli, je k tomu nekompromisně donucena. Látku opakovaně neumí a je učitelem ironizována a shazována.

Komentáře po scénce:

- Mohl jí nabídnout jinou pomoc.
- Opakovaně dával pětku, tím to pohřbil.
- Poprvé důsledně trval na tom, aby šla k tabuli, ale nezačal na ni řvát. Podruhé to stačilo říci dvakrát, studentka už se zvedla.
- Byla vidět protekce jiného spolužáka, který sice odpovídal velmi podivně a zmateně, ale učitel ho nekáral.
- Učitel použil formulaci: „ ... nic z vás nebude".

Pozitivní kruh: Učitelka vyvolá studenta, který odmítá jít k tabuli. Dostane tedy možnost vyřešit daný příklad v lavici. Příklad je velmi jednoduchý, aby to student zvládnul. V další hodině se snaží studenta zapojit do výuky s ostatními a nakonec student přestane odmítat jít k tabuli.

Komentáře po scénce:

Bylo dobré, že když žák odmítl ústní zkoušení, nabídla mu zkoušení písemné. Ustoupila od svého formálního požadavku, ale dosáhla svého cíle – zjistila, zda to žák umí nebo ne.

- „V jednu chvíli mne paní učitelka chtěla pochválit, a řekla: „Vidíš, že jsi to zvládnul". Resp. „Vidíš, že to nebylo tak strašné". Měl jsem chuť jí říct, aby se šla bodnout. Co ty o tom víš, jaké to je být u tabule." Tohle není pochvala!
- Učitelka umožnila žákovi, aby to zvládnul, startovala z jednoduchého příkladu, v předchozí scénce studentka dostala těžký příklad.
- To, že učitelka dala možnost zkusit to jinak, byl super nápad, bez ohledu na obtížnost úlohy. Studenta mohla blokovat právě forma zkoušení.
- V předchozí scénce použil učitel formulaci „Vyzkouším tě, protože mám málo známek." To je ale problém učitele, ne žáka. Kantor by si měl dávat pozor na to, aby své profesní zájmy nepřenášel na studenty.
- Učitelka si dobře organizovala čas, nechala žáka pracovat, s ostatními dělala něco jiného.
- Co by se dalo dělat, kdyby žák nespočetl ani jednoduchý příklad?
  – doučování,
  – vzájemná pomoc mezi spolužáky,
  – soukromý rozhovor mezi 4 očima,
  – zadávat konkrétní příklady z praxe, které mohou být zajímavější,
  – Nechat mu příklad spočítat za domácí úkol, aby ho mohl řešit v klidu, ve škole mu pak zadat podobný (nebo i stejný) příklad. Neřešit, jestli to doma skutečně vyřešil, nebo opsal. Když to opíše, nic se nenaučí. Toto řešení zvolit jen jako akt dobré vůle, ne jako systémové řešení.
  – Dovolit mu, aby používal při řešení podobného příkladu své zápisky.

2. situace: Vyučujete skupinu učňů, kteří mají pracovat jako klempíři. Učíte je český jazyk. Velké problémy jim působí i základní pravopisná pravidla. Vyzařuje z nich nechuť a lhostejnost, daná zřejmě odporem k pravopisu a tím, že si myslí, že až se vyučí, budou jim jejich schopnosti k ničemu.

Negativní kruh: Učňové psali diktát z češtiny, který dopadl velmi špatně. Učitel sděluje žákům výsledky, žáci nejeví žádný zájem. Učitel se rozhodne zadat stejný diktát znovu. Předem dá najevo, že očekává, že to zase dopadne špatně.

Komentáře po scénce:

- Jak by mohl diktát dopadnout jinak, když studenti nedostali žádnou možnost se látku naučit, procvičit.
- Učitel chtěl dosáhnout toho, ať to každý vidí, že jsou úplně blbí, že ta mladá generace za nic nestojí.

Pozitivní kruh: Po diktátě, který dopadl velmi špatně, se učitel rozhodl zvolit jinou metodu. Na oznámení, že dnes budou dělat v hodině něco jiného, studenti projevili zájem (byli ochotni vnímat učitele). Nechal žáky hledat chyby v dopise určeném zákazníkovi. Za každé dvě nalezené chyby dával malou jedničku.

Komentáře po scénce:

- Nezopakoval stejnou chybu, oceňoval úspěch.
- Zvolil situaci, která se žáků může týkat.
- Využil dvojité motivace – jednak souvislost s oborem, jednak jedničky.
- Použil formulaci: „Pokud se vám to povede víc, dostanete víc jedniček. Pokud se vám to povede míň, dostanete méně jedniček." Tím jim předával své poselství – nepředpokládám, že je tu někdo, kdo nenajde ani jednu chybu. Vyjadřoval tím svoji důvěru, že to zvládnou.
- Dal možnost jiného způsobu zkoušení.
- U zcela nespolupracující třídy si lze vytknout cíl: Dnes je vidět pracovat aspoň 10 minut během vyučovací hodiny. To může být docela úspěch a první krok ke změně.
- Je vhodné nechat studenty hledat chyby?
  - Žáci si mohou zafixovat špatná řešení, když je uvidí před sebou.
  - Hledat chyby v textu je náročné i pro ty, kteří píší celkem bez chyb. U početních příkladů je to ještě obtížnější, protože při hledání chyby je nutné nejprve pochopit postup autora, který může být odlišný od postupu, který by žák zvolil.
  - Učí se přitom hledat chyby ve vlastní práci.

Ukončení programu

Protože diskuze nad scénkami skončily až kolem deváté hodiny a účastníci byli již velmi unaveni, program jsme ukončili stejným „závěrečným rituálem" jako předchozího dne, kdy každý odpověděl na otázku: *„Co považuji z dnešního dne za nej...?"*

Večerníček

Několik lidí si ještě společně zahrálo následující hru. Z hromádky asi 40 kartiček si hráči postupně losovali kartičku s obrázkem a názvem večerníčku a jejich úkolem bylo pomocí pantomimy předvést tento večerníček ostatním. Netrvalo se na přesných názvech, šlo spíše

o uhodnutí, o který večerníček se jedná. Pro zvýšení motivace si každý, komu se podařilo večerníček předvést nebo naopak uhodnout, mohl vzít sušenku ☺.

Neděle dopoledne

Kousáci

Kolem budovy, na stanech, ale i uvnitř bylo již od rána velké množství lístečků s nakreslenými brouky. Úkolem tříčlenných skupin bylo nasbírat co nejvíce brouků (podle barvy se lišily bodovou hodnotou). Protože brouci Kousáci jsou velmi jedovatí a jediné, co je schopno je paralyzovat, jsou lidské sliny, bylo nutno lístečky přenášet pouze v ústech.

pozn.: Cílem aktivity bylo trošku rozhýbat účastníky a naladit je opět na společnou práci.

Hledání řešení konkrétního problému

Protože během diskuzi účastníci popsali několik situací, se kterými si nevědí rady a byli by rádi, kdyby jim ostatní pomohli vymyslet, jak se v nich zachovat, byl neplánovaně zařazen následující blok programu.

Během snídaně i před začátkem vlastní práce byli účastníci požádáni, aby na papír stručně popsali situaci, u které by byli rádi, aby se prodiskutovala společně a abychom zkusili vymyslet vhodná řešení. Situace mohly být zcela libovolné s jediným omezením – muselo jít o konkrétní věc, se kterou se navrhující setkal.

Základní postup použité metody:

- účastníci vyberou situaci, která je oslovuje nejvíce (v našem případě každý mohl udělat až tři čárky na popisy navržených situací, pracovali jsme s tím návrhem, který dostal nejvíce čárek)
- ten, který situaci navrhnul (aktér), situaci nejprve co nejpodrobněji popsal
- ostatní dostali čas se doptat na detaily, kterým nerozuměli, aby si udělali co nejlepší představu
- v následující fázi aktér situace pouze mlčky sleduje diskuzi ostatních, kteří popisují svoje představy o dané situaci i o možných řešeních
- nakonec aktér okomentuje navržená řešení, může vybrat několik řešení, která se mu zdají použitelná

Použitá metoda vychází z metody Balintovské skupiny.

Poznámka: Balintovské skupiny vznikly v padesátých letech dvacátého století. Jejich zakladatelem byl lékař a psychoanalytik Michael Balint. Skupiny se zaměřují na vztah lékaře/terapeuta a pacienta/klienta. Primárně byly skupiny určeny pro praktické lékaře a zdravotní personál, ale mají velice dobré uplatnění i v ostatních pomáhajících profesích. Mohou také sloužit jako supervizní skupiny. Další poučení lze nalézt např. v knize: Pačesová M.: Lékař, pacient a Michael Balint, Triton 2004

Vybraná situace: *Co dělat, když studenti říkají, že nemá smysl něco dělat, že to stejně nezvládnou, a odmítají v hodinách zcela pracovat. Konkrétně se jednalo o skupinu čtyř dívek v prvním ročníku obchodní akademie, které odmítaly pracovat v hodinách matematiky.*

Několik nápadů řešení, které se objevily v diskuzi:

- k ničemu to nepotřebují
- rozbít tu skupinu

- zjistit, zda to není dlouhodobý problém, informovat se o jejich práci na ZŠ, přijímacích zkouškách apod.
- zjistit, zda je to obecný rys dívek, nebo se tak projevují jen v hodinách matematiky
- nechat spolužáky (kluky), aby jim učivo vysvětlili (kluci by to mohli vzít jako výzvu)
- vymezit neschopnost na daný problém (právě probíranou látku) – není to handicap do dalšího studia
- neatraktivní učivo zasadit do příběhu nebo do kontextu jejich budoucího povolání – zkusit to napasovat na obchod (např. rovnice s absolutní hodnotou – nějaká akce na burze bude spuštěna, pokud kurz akcí klesne či stoupne o více než 0,5 Kč)
- sejít se s nimi po hodině – dospělý rozhovor: pomožte mi, s čím vám mohu pomoct, a nabídnout, co mě napadá
- model jednotřídky – různá práce pro rychlejší a pro pomalejší, aby dívky nezdržovaly ostatní
- trend minimálních požadavků – zadat úlohy a teoretické otázky, které považuji za absolutní minimum, a pokud je zvládnou, tak po nich víc nechtít, s tím, že je to jejich rozhodnutí; měli by ale vědět, že pokud budou chtít, mohou začít znovu pracovat

Principy zážitkové pedagogiky aneb Zdeňky přístup k zážitkové pedagogice

Poznámka: I když tento blok byl nazván přednáškou, byl Zdeňkou veden jako diskuze nad předloženými fakty. Zde se nachází stručný výtah.

Zážitková pedagogika popisuje jistý přístup k učení. Stejný nebo velmi podobný přístup lze najít v české literatuře i pod mnoha dalšími názvy (prožitková výchova, výchova dobrodružstvím, ...).

Zážitkový přístup stojí na dvou základních pilířích – postoji učitele k žákům a několika metodických principech. V postoji učitele by se měl odrážet partnerský přístup, uznání žákovy osobnosti, ale i vyrovnanost učitele jako osoby. Mezi základní metodické principy patří *Kolbův cyklus učení*, kterému byl věnován zbytek diskuze.

Nejprve jsme se vrátili k úvodní „metodě práce". Připomenuli a více si rozvedli její jednotlivé fáze. Jednotlivé fáze byly propojeny s fázemi Kolbova cyklu. Potom byli účastnící vyzváni, aby se pokusili najít tento cyklus v programu právě proběhlého semináře.

Cykly nalezené účastníky:

- zavedení pravidel pro tento kurz →sdílení (pomocí kartiček) → zobecnění a struktura další den ráno + porovnání s literaturou
- Sedmiboj → sdílení („co motivovalo") → struktura (vnitřní x vnější), zobecnění → autority (text) → aplikace (scénky se začarovanými kruhy) → zkušenost (modelové scénky) → sdílení (všichni tyto scénky viděli, zkušenost byla společná) → zobecnění a aplikace už byla ponechána na každém (z časových důvodů se nestihlo).

Sílu zážitkovému učení dávají dva důležité body: zážitek musí být konkrétní a osobní (tj. na vlastní kůži) a sdílení může probíhat ve skupině, tj. dochází k vzájemnému obohacování mezi žáky/studenty/účastníky.

Pro někoho, kdo je zvyklý při výuce využívat tradiční přístup, může být obtížné dodržet správné pořadí. Zejména to, že vlastní zkušenosti a formulace vlastních závěrů v rámci sdílení by mělo předcházet výkladu.

Podle Kolba existují čtyři základní typy stylů učení, přičemž každému stylu vyhovuje jiná část Kolbova cyklu – styly zasadil do přechodů mezi jednotlivými fázemi. Každý člověk má svůj upřednostňovaný styl (styly).

Závěr

Dle ohlasů při závěrečném hodnocení se účastníkům kurz líbil a jeho program jim přišel užitečný.

Tým

Vedoucí kurzu: Irena Koudelková

Program vedli (lektoři): Zdeňka Broklová, Veronika Nohavová, Jakub Zvěřina

Kuchyň a zázemí: Věrka a Lenka

Nápady z diskuze nad tím, jak a proč zavádět společná pravidla chování

Obsah	K čemu jsou	Jak na ně
Definují vztahy mezi členy komunity (hierarchie apod.)	Morálka, čest, stát si za svým slovem	Pozitivní formulace pravidel
Hierarchie ve společnosti	Děti se podílejí na zodpovědnosti za práci třídy	Nemělo by jich být moc
Definují chování mezi členy komunity vzájemně a navenek	„Výcvik" v zodpovědnosti	Jednoznačná
Nastavení pravidel komunikace	Zodpovědnost	Srozumitelná
Způsoby řešení konfliktů	Pomáhají najít si místo v komunitě	Pravidla lépe fungují, pokud je lidi berou za svá, než pokud je to něco „shora"
Vztah k majetku	Brání chaosu, anarchii	Formulovaná dětmi
Vztah mezi dětmi a učitelem	Uvolněnost atmosféry (tolerance, bezpečné prostředí)	Ne fixní, ale po dohodě, definovaným způsobem je lze i změnit
Vztahy mezi dětmi	Reflexe (názory od ostatních)	Uvědomění užitečnosti pravidel
Pravidla bezpečnosti	Pomáhají domluvě	Pravidla platí pro děti i pro učitele
Systém trestů a odměn	Domluva, vyjednávání (obecně komunikace)	Pravidla zavazují i vedoucí
Pravidla vztahující se k činnosti (dobrovolnost)	Věnovat čas tomu, čemu je určen	Jasně zveřejněné, je na co odkazovat
Chování lidí	Jsi schopný něco naučit	
Nechat druhé žít a pracovat (fungovat)	Není třeba ztrácet čas a energii prosazováním těch věcí pořád dokola	
Možnost realizovat se (můžu mluvit, budu vyslyšen)	Efektivita práce	
	Komunikace (i učení) je díky pevným pravidlům efektivnějším	
	Stanovení hranic	
	Jasné mantinely, hranice	
	Spravedlnost (vědět, co se smí)	
	Dávají možnost uvědomit si, že pravidla jsou pro lidi	

Společná pravidla[1]

Obsah pravidel (cíle)

1. Maximalizovat spolupracující chování a minimalizovat chování nespolupracující, obzvláště rušivé.
2. Zajistit bezpečnost a pohodlnost učebního prostředí.
3. Zamezit rušení ostatních tříd a lidí mimo učebnu činnostmi probíhajícími ve třídě.
4. Udržet přijatelnou úroveň slušnosti mezi žáky, zaměstnanci školy a návštěvníky školy.

4. cíl je někdy problematický, pozor na:

+ Neslušné chování mezi žáky a učiteli vede ke vzniku nezdravých emocí, které snižují spolupráci ve třídě. Zdvořilé chování naopak pomáhá udržovat ve třídě prostředí příznivé pro spolupráci.
+ Společnost, v níž kolektiv třídy existuje, od něho vyžaduje určitou míru zdvořilosti.
– Nepoužívat jako záminku pro zatěžování žáky vlastními zvyky.

Co je zdvořilé?
Takové chování, které je výsledkem citlivé ohleduplnosti k právům a pocitům druhých.

Jak poznám správná pravidla?

- krátká, jasně formulovaná, ale pozor na příliš úzká vymezení, není třeba se bát zákazů
- malý počet – snadněji se zapamatují, každé z nich vypadá důležitěji
- **soustředí se spíše na funkci** – vede studenty k přemýšlení nad svým chováním
- jsem připraven/a brát je vážně
- napsána a trvale vyvěšena
-
-
-

Rozdíl mezi pravidly a rutinní postupy

- postupy jsou mechanismy, jimiž se žáci řídí při určité činnosti nebo při přechodu od jedné činnosti k jiné
- postupy se studenti naučí používáním

Důsledky nadbytečných pravidel

- nutnost prosazovat pravidla bez racionálního základu
- zobecnění závěru, že i ostatní pravidla jsou k ničemu
- trest za nedodržování nadbytečného pravidla působí rozčarování ze školy

Kdy je zavádět

- na začátku roku, učebni jednotky
  - zamezí přímo vzniku nespolupracujícího chování

[1] zpracováno podle: Cangelosi, J. S.: Strategie řízení třídy, Portál, Praha 1994

©Zdeňka Broklová (zdenka.broklova@mff.cuni.cz), Veronika Nohavová, Jakub Zvěřina

- studenti jsou vnímavější k pravidlům než v průběhu roku, kdy si už na situaci zvykli.
- čím dříve je znají, tím více mají času se je naučit a zvyknout si se jimi řídit
-
-

- ve chvíli, kdy jsou třeba
  - studenti snáze pochopí a přijmou pravidlo, které vzniklo v důsledku nějaké potřeby
  - studenti nejsou pravidly zahlceni
  - lépe poznáme třídu a její chování, pravidla mohou být přesněji šita na míru
  -
  -

Kdo by měl vytvářet pravidla

1. Učitel stanoví všechna pravidla, dbá při tom, aby byly funkční, nezbytná a aby se mezi ně nepletli rutinní postupy.
2. Všechna pravidla stanoví učitel, jehož rozhodování je ovlivněno doporučením žáků.
3. Pravidla stanovují žáci sami a hlasují o nich. Úkolem učitele je zajistit takový průběh jednání, které umožní demokratické rozhodování a zajistí každému žákovi možnost se aktivně podílet. Dále také pomáhá s funkční formulací pravidel.

A různé kombinace výše uvedeného.

[1]MOTIVACE

- Termín odvozený z latinského **movere** – hýbati, pohybovati.
- **Souhrn vnitřních a vnějších faktorů**, které:
  - vzbuzují, aktivují a dodávají energii lidskému jednání a prožíváni
  - zaměřují toto jednání a prožívání určitým směrem
  - řídí jeho průběh a způsob dosahování výsledků
  - ovlivňují způsob reagování jedince na své jednání a prožívání, jeho vztahy k ostatním lidem a ke světu

- **Motiv** dává našemu jednání energii (sílu) a směr.
- **Motiv** je pohnutkou lidského jednání.
- **Motiv** rozbíhá, rozehrává proces motivace.
- **Motiv** navazuje na volní (uvědomělé) jednání člověka.
- **Motiv** směřuje k cíli nebo mění směr cíle.

- **Motivace je:**
  - **Vnější** – ***je jedinci poskytovaná okolím***
    - známkování, vysvědčení, sdělení rodičům, testy, zkoušení
    - pochvala, odměna (od učitele, rodiče)
    - snaha vyhnout se trestu
    - slovní pobídky trenéra, spoluhráčů a diváků při sportovním utkání
    - oděvy nebo jiné zboží ve výkladní skříni
  - **Vnitřní** – ***vychází z jedince samotného***
    - je spjata s vnějšími pobídkami a cíli
    - daná činnost mi přinese užitek a radost
    - chci umět dobře psát, abych jednou mohl napsat knihu

[1] Petty, G.: Moderní vyučování. Portál, Praha 2004
Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997

©Zdeňka Broklová (zdenka.broklova@mff.cuni.cz), Veronika Nohavová, Jakub Zvěřina

[1]**Motivy** lidského chování vystupují v různých podobách:

- **Potřeby**
  - jsou základní motivy, které vyjadřují nedostatky na úrovni fyzického i sociálního bytí člověka
  - cílem chování člověka je redukce těchto potřeb (při redukci těchto potřeb prožíváme různé druhy uspokojení: nasycení, odpočinek, pocit úlevy při vyhnutí se nebezpečí, pocit jistoty, úspěchu, osobního významu…)
  - určitý stav nedostatku, který uvádí organismus do nevyváženého stavu → snaha organismu vrátit se zpět do vyváženého stavu

- **Zájmy**
  - technické, hudební, sportovní, čtenářské…
  - jsou získané motivy
  - je v nich zdůrazněn vztah jedince k určitému úseku skutečnosti nebo k určitému druhu činností
  - projevují se soustředěním pozornosti v tomto směru, poznáváním této skutečnosti, realizací příslušné činnosti, uspokojením z ní a nelibostí při jejím omezování

- **Postoje**
  - např. kladný nebo záporný postoj k určitému druhu hudby, sportu, národu, událostem, názoru, organizaci, náboženskému vyznání…
  - obsahem postojů je vztah k hodnotám
  - postoj můžeme vymezit jako hodnotící vztah (postoj k něčemu – předmětem postoje může být cokoli)

- **Hodnoty**
  - subjektivní ocenění nebo míra důležitosti, kterou jedinec přisuzuje určitým věcem, jevům, symbolům, jiným lidem
  - určité hodnoty (např. morální) mají trvalou platnost, jiné jsou proměnlivé a mají krátkodobé trvání
  - některé hodnoty jsou sdíleny celými skupinami nebo celou společností

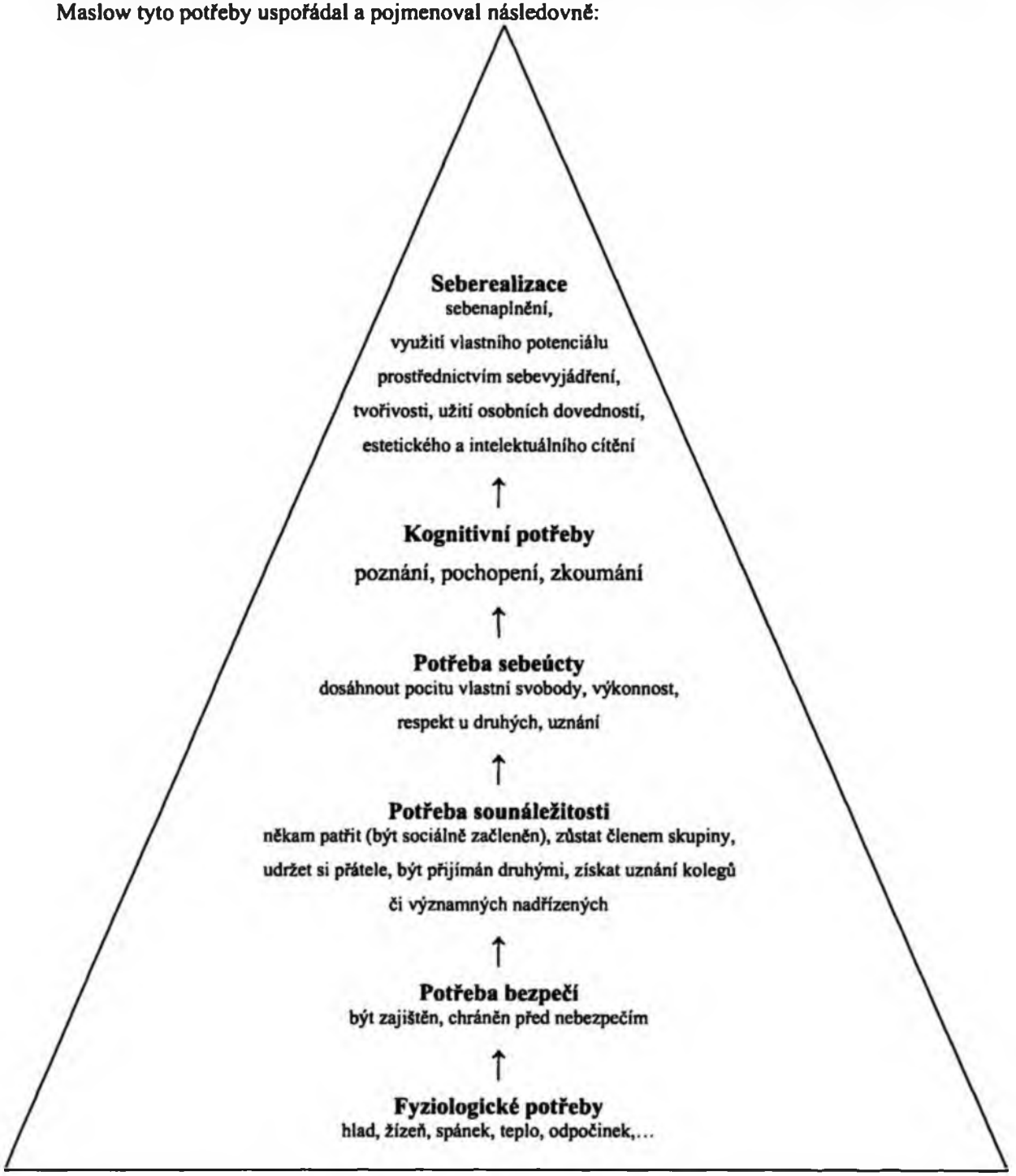
- **Ideály**
  - k ideálu směřuje člověk celý život (souvisí s hodnotami)

[1] Čáp, J.: Psychologie výchovy a vyučování. Karolinum, Praha 1993

©Zdeňka Broklová (zdenka.broklova@mff.cuni.cz), Veronika Nohavová, Jakub Zvěřina

Maslowova hierarchie potřeb

A. H. Maslow zastával názor, že existují univerzální potřeby, které se každý člověk snaží uspokojit. Podle něho se tak dá na každou lidskou činnost dívat jako na jejich naplňování. Maslow tyto potřeby uspořádal a pojmenoval následovně:

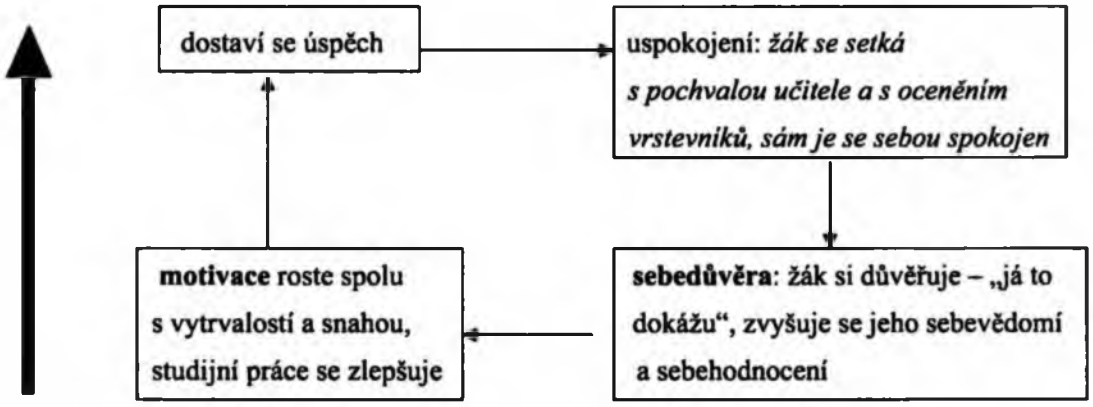


Potřeby jsou seřazeny hierarchicky: dole Maslow uvádí ty nejdůležitější. Ostatní potřeby nabývají na významu teprve pro toho, kdo již uspokojil ty potřeby, které se nacházejí ve schématu pod nimi.

Začarované kruhy

- účinky úspěchu a uznání jsou hodně silné

- **hnací síla učení**



- **bludný kruh**

- **naučená bezmocnost**

3 doporučení pro to, aby se žáci nedostali do bludného kruhu

1. – ujistěte se, že žáci vědí, co a jak mají přesně dělat
   – ujistěte je, že jim pomůžete, kdykoli to budou potřebovat

2. – některé úkoly musí být jednoduché a rychle zvládnutelné, aby je mohli úspěšně splnit všichni žáci
   – jiné úkoly by měly zaměstnat ty nejschopnější z nich

3. – nešetřete chválou a jinými formami ocenění, když některý z žáků dosáhne při učení jakéhokoli úspěchu
   – chvalte žáky pravidelně za obvyklé úspěchy (správně vypracovaný úkol)
   – ocenění žáků by mělo následovat co nejdříve po dokončení práce

- dávat pozor na uspokojení z toho, že zajistíme úspěch většině žáků → úspěch by měli prožívat **všichni** žáci, jinak část z nich ztratí sebedůvěru, která umožňuje učení (já to dokážu)
- uvědomit si, že pokroky dělají ti, kteří si věří a ti pak zažívají úspěch
- úkoly by měly být zadány jasně a přesně, žák i učitel by měli vědět, kdy jsou dokončeny
- oceňovat zlepšení, ne absolutní výsledky
- zadávané úkoly by měly žákům připadat zvládnutelné a závažné zároveň (zajistit tuto rovnováhu je obtížné, neboť pro každého žáka je jiná)
- žáci si necení pochvaly za splnění úlohy, pokud se jim zdá triviální, nezískají z ní pocit sebedůvěry a ani se nic nenaučí
- zadávat individuální úkoly
- dávat krátkodobé cíle – úkoly a dlouhodobé cíle (těžší úkoly), na které je potřeba více času
- přenést odpovědnost na žáky

„Konečným cílem vzdělávacího systému je přenést břemeno vzdělávání jednotlivců na ně samotné."

J. W. Gardener v knize Self Renewal (Sebeobnova), 1963

Užitečné otázky (aneb jak motivovat lépe)

Fantazie

- Jsou vaše hodiny proměnlivé?
- Dáváte ve výuce dostatečný prostor činnostem žáků?
- Bývají tyto činnosti zábavné (diskuse, práce ve skupinách, hry, soutěže, problémově úlohy)?
- Směřujete výuku tak, aby přímo souvisela se životem žáků?
- Využíváte v ní osobní rozměr?
- Mají žáci příležitost k sebevyjádření a možnost projevit svou tvořivost, např. při řešení problémů či plánování aktivit?
- Jste pro svůj předmět zapálený(á)?
- Panuje mezi vámi a žáky dobrý vztah?

Ocenění

- Dostává se žákům často uznání (známky, pochvaly, povzbuzení.)?
- Jsou úspěch žáků oceněny co nejdříve poté, co jich bylo dosaženo?

Cíle

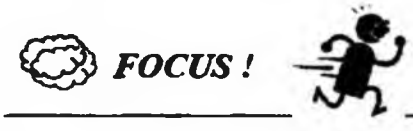
- Pokládají žáci cíle, které jste stanovil(a), za dosažitelné a mají zároveň touhu jich dosahovat?
- Testujete žáky pravidelně a dodržujete předem stanovené termíny testů či odevzdání práce?
- Když se žák neučí, jsou pro něj důsledky dostatečně nepříjemné, aby ho motivovaly?
- Zadáváte žákům individuální úkoly a provází jejich splnění pochvala?
- Vyzýváte žáky, aby převzali odpovědnost za své studium?
- Umíte vést schopnější žáky k tomu, aby se s vámi domluvili na formě svého osobního učebního programu, stanovili si vlastní cíle a sami řídili a hodnotili své učení?

Úspěch

- Vyhovuje úroveň obtížnosti práce a její tempo všem vašim žákům?
- Má každý žák pracovní program, který odpovídá jeho schopnostem, dosavadním znalostem a zkušenostem?
- Jestliže práce nevyhovuje požadovanému standardu, požádáte žáka, aby ji přepracoval?

Smysl

- Chápou žáci osobní výhody, které studiem vašeho oboru získají?
- Uvědomují si žáci význam učiva pro své pracovní uplatnění?
- Umíte aktivně „prodat" to, co učíte?



©Zdeňka Broklová (zdenka.broklova@mff.cuni.cz), Veronika Nohavová, Jakub Zvěřina

Jak probouzíte zájem žáků?

Jaká doporučení máte?

Co se vám osvědčilo?

Jak probouzet zájem žáků **(podle Pettyho)**

- Projevujte zájem, nadšení pro váš obor.
- Ukazujte, jaký význam má váš obor ve skutečném světě. Noste do hodin předměty z praxe, využívejte instruktážních filmů, hovořte o konkrétní aplikaci učiva, začleňte do vyučování návštěvy odborníků a exkurze.
- Využívejte tvořivosti a sebevyjadřování žáků.
- Přesvědčujte se, že se žáci aktivně zapojují do výuky.
- Pravidelně obměňujte činnost žáků.
- Využívejte překvapení a neobvyklé činnosti.
- Zadávejte ve třídě soutěživé a problémové úlohy.
- Dávejte žákům „hádanky", na které jim později sdělíte správnou odpověď.
- Propojte učení s tím, co žáky zajímá mimo školu.
- Dodejte svému oboru „osobní rozměr".
-
-
-

©Zdeňka Broklová (zdenka.broklova@mff.cuni.cz), Veronika Nohavová, Jakub Zvěřina

Příloha B

Jarní soustředění pro budoucí učitele fyziky v roce 2006

Tato příloha slouží jako ukázka přípravy mimoodborného (zážitkového) programu *Jarního soustředění pro budoucí učitele fyziky.* Jedná se konkrétně o soustředění, které se konalo v roce 2006 na Malé Hraštici. Naleznete zde především konkretizované cíle, které mimoodborný program v daném roce sledoval, a tabulku s návrhem programu včetně odkazů na jednotlivé cíle a možnými otázkami pro vedení reflexe po aktivitách.

Technické poznámky:

Místo:	Malá Hraštice u Dobříše, základna TO Přátel borovic
Začátek:	středa 26. 4. – večer, příjezd asi v 17:00, program od 20:00
Konec:	pondělí 1.5. (státní svátek) – program ukončen snídaní
Účastníci:	celkově přibližně 20 účastníků, polovina účastníků přijede ve středu večer, polovina v pátek večer (tj. pouze na prodloužený víkend) – studenti 1. ročníku VŠ, bývalí studenti, učitelé – menší skupinky se hodně znají, několik lidí jede poprvé a s ostatními se nezná
Téma:	*Gordický uzel a ti druzí*
Zaměření:	řešení problémů

Cíle soustředění

1. vytvořit z účastníků partu, stmelit skupinu

   - znát vzájemně jména a základní informace – ročník studia, obor
   - dozvědět se nějaké další informace osobnějšího charakteru – koníčky, zájmy, dovednosti, typ osobnosti, ...
   - do kolektivu rychle včlenit i lidi, kteří se s ostatními neznají
   - přirozeně zapojit do kolektivu i vyučující

2. odpočinek, neobvyklé zážitky

   - narušit stereotyp akademického roku
   - vytvořit přátelské prostředí, atmosféru důvěry, prolomit bariéry
   - navodit společné neobvyklé zážitky

3. řešení neobvyklých situací, kreativita – rozvíjet schopnosti:

   - spolupracovat v malých skupinách
   - naslouchat nápadům ostatních lidí
   - umět si rozvrhnout práci
   - koordinovat práci ostatních
   - hledání neobvyklých řešení

4. teorie týkající se řešení problémů – zájemce seznámit se základy vybraných teoretických konceptů, např.:

   - fáze řešení problému
   - bloky při řešení problému
   - „profesionální" (kreativní) metody řešení problémů (CPS)
   - individuální rozdíly v přístupu k řešení problému (kognitivní styly)

První dvě skupiny cílů vycházely z potřeb soustředění a jedná se o cíle, které si mimoodborný program si podobné cíle klade každým rokem. Jejich naplnění je nutným předpokladem k tomu, aby program mohl sledovat i cíle další. Navíc jejich splnění a přesah za časový rámec soustředění zlepší komunikaci lidí účastnících se na soustředění i během akademického roku na fakultě. Třetí a čtvrtá skupina cílů se váže k tématickému zaměření soustředění v daném roce.

Příprava programu soustředění

Tabulky na následujících stranách ukazují přípravu na zážitkový program uvedeného soustředění. U kratších aktivit jsou zde uvedeny pouze názvy a u delších z nich je velmi stručně uvedena jejich charakteristika. Některé aktivity byly vytvořena modifikací některé hry uvedené ve sbírkách her, část aktivit byla ale připravena zcela nově pro potřeby tohoto soustředění.

Literatura použitá při přípravě soustředění:

Belz, H.; Siegrist, M. *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení.* 1. vyd. Praha: Portál 2001. ISBN: 80-7178-479-6.

Hanzálek M. *Fond her. Výběr her a programů připravených pro kurzy Instruktorů Brno.* 2. vyd. Brno: J. Dolínek vlastním nákladem, 2005.

Hermochová, S. *Hry pro dospělé.* Grada, Praha 2004. 1. vydání. ISBN: 80-247-0817-5.

Neumann, J. *Dobrodružné hry a cvičení v přírodě.* 3. vyd. Praha: Portál, 1998. ISBN: 80-7178-405-2.

Žák, P. *Kreativita a její rozvoj.* 1. vyd. Brno: Computer Press, 2004. ISBN: 80-251-0457-5.

Kdy			Cíle	Aktivity	Poznámky, materiál	Otázky pro reflexi
středa	večer	20:00 – 22:00	• vzájemné poznat jména, získat nějaké další informace o ostatních (koníčky, práce, ...) • vytvořit příjemnou atmosféru, prolomit ledy • seznámit s plánovaným programem a jeho cíly, společná pravidla • zmapovat očekávání účastníků	vzájemné představení seznamky – ***Gordický uzel*** – ***Rodina Novákova*** úvodní slovo sepsat společně pravidla Moje „mašlička", se kterou na soustředění přijíždím čtení na dobrou noc / závěrečný rituál	*jmenovky, fixy, kartičky* - sepsat pravidla základny - sladit s pravidly odborného programu *baličák, fixy* *vhodná kniha* *velká svíčka*	
čtvrtek		8:30 – 12:00	fyzika		– něco na nastartování odborného programu – pravidla práce v odborném programu – úvodní sepsání/představení nápadů na projekty	
		13:30 – 15:00	fyzika			
	odpoledne	15:00 – 16:30	• fyzicky se protáhnout • přeladit z fyzikálního na jiný program • spolupráce v menších skupinkách • ukázat výhody dodržování pravidel her	***Krabičkárna*** (úkol: Co nejrychleji dostat celou skupinu ven z bludiště.)	- připravit graf a umístění kontrol - vymyslet technickou realizaci kontrol Pozor při vysvětlování pravidel na možnou záměnu s pravidly pohybu ve hře Labyrint.	• Jakou strategii jste zvolili na začátku? Jak se vám dařilo ji naplňovat? • Překvapil vás text u poslední kontroly? • Podle čeho jste se zde rozhodovali, co dál? • Jaké jste měli pocity, když jste zjistili, že špatné rozhodnutí již nelze vzít zpět? • Dodržovali jste pravidla pohybu mezi kontrolami?

Kdy			Cíle	Aktivity	Poznámky, materiál	Otázky pro reflexi
čtvrtek	odpoledne	16:30 – 18:00	• rozvoj schopnosti naslouchat nápadům druhého • mapování vlastních reakcí v neobvyklé situaci • na základě praktických zkušeností se dopracovat k fázím řešení problémů	*Fáze řešení problémů* vhodné problémy – ***Převoz řeky*** – ***Parkovací místo*** – ***Stavba mostu***	sepsat pravidla jednotlivých problémů kartičky připravit si teorii a případné tištěné materiály	• Jak jste daný úkol řešili? • Který krok byl důležitý/klíčový pro zdárné vyřešení? • Co Vás zavádělo do „slepých uliček"/ brzdilo řešení? • Dal by se proces řešení tohoto úkolu rozdělit na nějaké dílčí kroky? Daly by se tyto kroky zobecnit? • V čem může člověku/učiteli pomoci, pokud si uvědomí tyto fáze?
	večer	19:30 – 20:00	• vytvořit „červenou nit" táhnoucí se soustředěním a nabídnout aktivity pro vyplnění volných chvil • možnost individualizace „teoretické hloubky"	***Bedna plná problémů***	připravit *krabici* s hlavolamy, rébusy, logickými hrami a hříčkami a *sebereflektující „dotazníček"* týkající se faktorů ovlivňujících řešení problému	*vyhodnocení v neděli dopoledne*
		20:00 – 22:00	• pobavit se • uvolnit atmosféru • odbourat zábrany aneb „blbneme" všichni • rozvoj tvořivosti	***Kravata pro různé situace*** Ve skupinkách připravit 4 modely kravat pro různé situace a předvést je v rámci módní přehlídky	*starší kravaty, různobarevné látky, krepový papír, barevné papíry, provázky, fixy, pastelky, nůžky, lepidlo apod.* *bodovací kartičky pro porotu* M. Eben: *Kravata č. 5 (album* Malé písně do tmy) + vhodná hudba k práci a přehlídce	*seznam vybraných situací:* *vytvořit kravatu vhodnou* *– na pláž* *– pro polárníky* *– na ryby* *– pro sklerotika* *– na nákup hovězího masa*

Kdy			Cíle	Aktivity	Poznámky, materiál	Otázky pro reflexi
pátek		8:30 – 12:00	fyzika	Diskuze nad řešením problémů (cca 60 minut)		
		13:30 – 15:00	fyzika			
	odpoledne	15:00 – 18:30	• fyzické protažení • schopnost reagovat v nenadálých situacích • hraní rolí – vystupovat v cizí roli	***Rýžoviště*** (skupiny v jednotlivých etapách sklízí, balí, váží a prodávají balíčky rýže)	*provázek, nůž, 5 kg rýže, misky nebo talířky, lžíce, kancelářské papíry A4, váhy, zapisovací tabulka, tužky, hrnec na rýži*	
			přijedou další účastníci			
	večer	19:30 – 22:00	• propojit nově příchozí s těmi, co zde již jsou, stmelit do jedné skupiny • poznat jména • seznámit nové s pravidly • zmapovat jejich očekávání	***Knot theory*** (dvojice má za úkol vytvořit v daném časovém limitu, co nejvíce uzlů) seznamky II. – ***Domino*** – ***Moje reklama***	*jmenovky, fixy* dvojice: starý + nové příchozí *vytištěné obrázky uzlů, pro každou dvojici dvoumetrový kus prádelní šňůry, kartičky s kódy uzlu* *Připravit základní informace o aplikacích této matematické teorie.*	• Jakou strategii jste volili? • Bylo obtížnější spolupracovat s člověkem, kterého jste neznali? V čem? • Jaké bylo dělat práci, za kterou není žádný zisk? Jaké bylo toto dělat pro druhé?

Kdy			Cíle	Aktivity	Poznámky, materiál	Otázky pro reflexi
sobota		8:30 – 12:00	fyzika			
		13:30 – 15:00	fyzika			
	odpoledne	15:00 – 18:30	• vytvořit předěl mezi fyzikou a dalším programem • fyzické protažení • spolupráce v menší skupině	***A jak si vážeš boty ty?*** pexeso s obrázky různě zašněrovaných bot a jejich schémat	kartičky s obrázky připravit dělení na skupiny (čtyřčlenné)	• Jakou strategii jste zvolili? • A jak si budete vázat tkaničky teď?
			• seznámit se s několika kreativními metodami řešení problémů	***Kreativní metody řešení problémů (CPS)*** – 6 myslících klobouků – Synektika (Analogie) – Osbornův seznam / SCAMPER	*Popisy* metod a materiály potřebné k jednotlivým metodám (*barevné papíry, kšiltovky, psací podložky, papíry a tužky, záznamové archy*) + *vhodné problémy* pro jednotlivé metody připravit metodu dělení na skupiny a výběr facilitátora	• Jak probíhala daná metoda ve vaší skupině? • Co na ní bylo dobré, funkční? • Co se nedařilo? • Zkuste najít nějakou reálnou situaci (z minulosti), ve které by se některá z uvedených metod dala použít. • Myslíte si, že někdy v budoucnu něco použijete/ případně máte chuť si to vyzkoušet?
	večer	20:00 – 22:00	• prohloubení důvěry • naladění na vážnější strunu • hlubší psychický zážitek • příležitost k hlubšímu zamyšlení nebo volno s kytarou	Důvěrovky – ***Ulička důvěry*** – ***Pád důvěry*** ***Money***	sepsat pravidla vhodná hudba	• Bylo těžké důvěřovat ostatním? • Jaké jste měli přitom pocity? Další dle průběhu aktivity

Kdy			Cíle	Aktivity	Poznámky, materiál	Otázky pro reflexi
neděle		8:30 – 12:00	fyzika	Diskuze nad řešením problémů (cca 60 minut)		
		13:30 – 15:00	fyzika	Delší odborný program – závěrečné prezentace		
	odpoledne	15:00 – 17:30	*volné odpoledne na výlet do cukrárny*	Možná vymyslet nějaký vtipný úkol na cestu do/z Hraštice, který by se mohl prezentovat večer.		
		17:30 – 18:30	• individuální rozdíly mezi přístupem k problému • teoretické okénko	***Diskuze*** nad výstupy z průběžného řešení hlavolamů a dalších problémů	Materiály ke kognitivním stylům, cyklu učení, blokům při řešení problémů	• Lze tuto teorie nějak uplatnit v běžném životě? Jak? • V čem jsou tyto poznatky užitečné pro fyzikáře?
	večer	19:30 – 22:00	• příjemně strávený společný večer • propojení kurzu s budoucností • získání základní zpětné vazby	Závěrečné ukončení, posezení s kytarou	ananas	• Co si odnáším z Hraštice do dalších dní? • Co bych si chtěl pamatovat?
pondělí	dopoledne	8:30 – 10:00	• ukončení soustředění	balení, úklid základny rozloučení		
asi po týdnu			• získání zpětné vazby	***Anketa***	rozeslat e-mailem	

Příloha C

Příprava na vyučovací hodinu Fyzika v novinách

Téma vyučovací hodiny: Fyzika v novinách

Cíle

- obecné:
  - realizace dílčích výstupů průřezového tématu Mediální výchova
- poznatkové:
  - noviny jsou důležitým zdrojem informací
  - články v novinách mají různou kvalitu
- rozvoj klíčových kompetencí:
  - rozvoj dovednosti spolupráce a komunikace v malé skupině
  - rozvoj dovednosti prezentovat výsledky své práce ostatním
- hodnotové:
  - fyzika je součástí denního života, protože se objevuje i v běžných novinách
  - poznatky a dovednosti, se kterými se seznamujeme ve fyzice, nám mohou být užitečné v reálném životě, např. při čtení novin

Potřebné pomůcky

- větší množství novin (ne časopisy, omezit množství vysloveně bulvárního tisku), různorodé

- několik kratších článků, které informují o nějakém vědeckém objevu, pokusu nebo výzkumu v několika kopiích tak, aby byl alespoň jeden článek na každého žáka
- učebna vhodná pro práci v malých skupinách (4-5 žáků)

Úvodní část hodiny

- upravit učebnu pro práci v 4-5 členných skupinách
- připomenout pravidla práce v malých skupinách (přiměřená míra hluku, při společné diskuzi a prezentaci výsledků práce mluví pouze jeden žák, lepší špatný nápad než žádný nápad)

Motivace hodiny

Motivační otázky pro celou třídu, zcitlivění třídy na téma hodiny (nechat formulovat několik myšlenek, případně velmi krátká diskuze, cílem je pouhé naladění žáků na téma lekce a další práci, podobně postupovat i u motivačních otázek k oběma aktivitám):

- Proč čtou lidé noviny? Jsou pro ně v něčem důležité pro život?
- Proč se lidé chtějí dozvědět o tom, co se kde děje?

Aktivita 1 - „Je v novinách fyzika?"

Motivace aktivity:

- Myslíte si, že se v novinách najde i fyzika?
- Četli jste někdy v novinách vědecký článek? O čem byl?
- Objevují se v novinách články o vědě, speciálně o fyzice? Jak často asi takové články vychází?

Zadání úkolu:

- Vezměte si noviny, prolistujte je a pokuste se najít něco (článek, obrázek,...), co nějak souvisí s fyzikou. Nalezené články, texty, obrázky si dejte stranou, budeme s nimi dále pracovat.
- po 8-10 minutách požádat žáky, aby si ve skupině ukázali, co našli a vybrali „tu nejlepší fyziku", kterou se jim podařilo najít, cca 3 ukázky, se kterými seznámí i třídu
- prezentace výsledků

Poznámka: možnost sepsat i seznam všech nálezů (typově)

Závěrečné otázky pro celou třídu:

- Jaké typy materiálů (články, fotografie, obrázky, vtipy,...) s fyzikálním obsahem jste v novinách našli?
- Na základě tohoto „krátkého průzkumu novin" zkuste zhodnotit, jak moc či jak často se fyzika v novinách objevuje.

Aktivita 2 - „Co by měla obsahovat zpráva o objevu či výzkumu"

Motivace aktivity:
Noviny občas informují i o nových objevech nebo probíhajících vědeckých výzkumech. Podařilo se vám najít nějaký takový článek? Pokud ano, dejte si ho stranou, budeme s ním pracovat.
Jak ale poznat dobrý článek od špatného? Zkusme se teď společně zamyslet nad tím, jaké údaje by mohly být v článku uvedeny. Co nás zajímá nebo je důležité vědět o tom, když vědci něco objeví? Co dalšího by mohlo ještě článek doprovázet?

Zadání úkolu:

- vytvořit společný seznam na tabuli na základě návrhů žáků
- každá skupina si vybere 5 bodů, které považuje za nejdůležitějších a poznamená si je
- ve skupině si žáci rozdělí nakopírované nebo nalezené články a spočítají, kolik z vybraných údajů je skutečně ve článku uvedeno, každý žák by měl projít cca 2-3 články

Otázky pro závěrečné hodnocení aktivity:

- Kolik „důležitých" údajů jste v článku nalezli? (žáci mohou počet např. ukázat na prstech zvednuté ruky)
- Byly v článku i nějaké další údaje z našeho seznamu?
- Byly v článku i údaje, na které jsme při vytváření seznamu zapomněli?
- Proč se údaje liší u jednotlivých článků? O čem to svědčí?
- Mohly různé skupiny napočítat odlišný počet údajů u stejného článku? Proč? (na tabuli můžeme udělat čárky u položek, které si skupiny vybraly, aby vynikly rozdíly)

Závěr vyučovací hodiny

- Našli jste během dnešní hodiny v tisku nějaké zajímavé fyzikální informace?
- Kolik vámi stanovených kritérií splňovaly články a zprávy?
- Jaké znalosti z hodin fyziky mohou být užitečné při čtení novin?
- Jaké znalosti asi musí mít novinář, který chce napsat zprávu o fyzikálním objevu?
- Bylo by pro Vás těžké napsat článek o fyzikálním jevu?
- Uvědomili jste si během této hodiny něco zajímavého?
- Jaký závěr byste udělali z toho, co jsme tady dělali, o vztahu novin a fyziky?

Časový plán hodiny

- Úvodní část a motivace - 5 minut
- Aktivita 1 - 15 minut
- Aktivita 2 - 15 minut
- Závěrečné shrnutí - 5 minut

Příloha D

Zadání aktivit z kvantové fyziky

V této příloze naleznete materiály připravené pro seminář *Vybrané kapitoly z kvantové fyziky*, který jsem vedla pro projekt Heuréka 18. – 20. května 2007. Jedná se o zadání tří rozsáhlejších aktivit rozpracovaných na jednotlivé kroky. Text byl určen učitelům a obsahuje kompletní zadání jednotlivých úkolů a na vybraných místech také komentáře k řešení či úplná řešení úloh. Účastníci kurzu měli během vypracování úkolů možnost kdykoli požádat o pomoc či radu a během semináře bylo také zařazeno několik společných setkání, na kterých si účastnící porovnali svoje výsledky, případně byly vysvětleny kroky, které se ukázaly být problematické pro větší množství lidí (průběh semináře je popsán v podkapitole 5.5). Z těchto důvodů nebylo nutné do materiálů zařadit všechny podrobnosti a uvádět diskuzi výsledků.

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Knihovna

Od spektra atomu vodíku k jeho struktuře

Úvod aneb začínáme zkoumat spektrum

1.) Říkáme, že spektra, která atomy vyzařují, jsou tzv. čárová. Prohlédněte si spektra různých prvků. Jak byste jednoduše popsali, co to znamená „čárové spektrum"?

Ani vodík není výjimkou, jeho spektrum je také čárové. V následujících úkolech budeme pracovat s reálně naměřenými daty, která jsou převzata z databáze National Institute of Standards and Technology. Na semináři jsou potřebné údaje k dispozici v tištěné podobě a v několika elektronických formátech v souborech s názvem `spektrum_vodiku_data`.

Poznámka: Protože se zatím snažíme najít první popis spektra vodíku, uvažujme přesnost našeho měření na 4 až 5 platných číslic. Tabulka obsahuje i čáry s velmi blízkými či „stejnými" vlnovými délkami, což je dáno efekty, které zatím nebudeme uvažovat. Pro naše účely si takové čáry sloučíme do jedné – vezměte průměrnou frekvenci a jejich intenzity sečtěte. Dále pracujte s takto upraveným spektrem.

2.) Prozkoumejte naměřená spektra atomu vodíku. Ve viditelné oblasti se nachází několik čar různých barev, ale vodík vyzařuje i záření, které naše oko zaznamenat neumí. Spočítejte počet viditelných čar a počet čar, které mají příliš malou/velkou vlnovou délku. Jak říkáme záření s větší/menší vlnovou délkou odpovídá viditelné části spektra?

3.) Vaším úkolem je na základě předchozí poznámky vytvořit tabulku pozorovaných čar ve spektru vodíku a přepočítat vlnovou délku na frekvenci. Tabulku vytvářejte v programu MS Excel nebo v nějakém podobném.
Pozn.: $c = 299\,792\,458\,\mathrm{m/s}$

4.) Vytvořte obrázek (jakýsi graf), ve kterém budou zaneseny frekvence čar spektra vodíku v nějaké škále (zvolte si vhodné jednotky pro kreslení, abyste se v následujících výpočtech nemuseli potýkat s čísly příliš malými či příliš velkými), viz následující obrázek:

5.) Zkuste najít a popsat ve vytvořeném grafu nějaký vzor, pravidelnost, něco se opakuje a mohlo by sloužit k rozdělení čar na několik skupin. Popište vlastnosti jedné skupiny.

Nápověda: Svůj průzkum začněte od nejvyšších frekvencí a případně ignorujte několik čar s nejmenšími frekvencemi. Do svých úvah můžete zahrnout i relativní intenzity čar, které hledaný vzor ještě zvýrazňují (vytvořte si vhodný graf, který by zahrnoval jak frekvenci, tak intenzitu čáry).

Řešení předchozího úkolu: Pokud vynecháme několik čar s nejmenší frekvencí, tak ostatní čáry můžeme rozdělit na tři skupiny. Ve všech třech skupinách platí:
1) nejintenzivnější čáry mají nejmenší frekvenci
2) se stoupající frekvencí intenzita čar klesá
3) s rostoucí frekvencí se zmenšuje rozdíl sousedních čar ve skupině = čáry se „zahušťují".

Těmto skupinám čar se říká série a jsou pojmenovány po fyzicích, kteří je zkoumali. Skupině čar s největšími frekvencemi se říká Lymanova, následující Balmerova a třetí skupině Paschenova. Čáry s nejmenšími frekvencemi patří do dalších sérií, ale intenzita čar v této oblasti je již příliš malá na to, abychom je naměřili.

6.) Rozdělte si jasně celé spektrum na jednotlivé série. Také si ujasněte, kde se nachází viditelné čáry.

Řešení předchozího úkolu: Lymanova série obsahuje 7 čar s největší frekvencí, Balmerova také sedm a navíc obsahuje všechny viditelné čáry. Z Paschenovy série je pozorováno (v naší tabulce uvedeno) pět čar.

Lymanova série aneb jak určit polohu čáry

V předchozím úkolu jsme zjistili, že jednotlivé frekvence můžeme seskupit do několika skupin – sérií. Teď se zaměříme na sérii čar s největšími frekvencemi (na tzv. Lymanovu sérii). **Úkoly v této části řešte pouze s čarami z této série.**

7.) Navrhněte několik možností, jak očíslovat jednotlivé čáry v Lymanově sérii. Pořadí čáry bude označováno jako n. Uveďte argumenty, proč jsou některá číslování vhodnější než jiná. Nezapomeňte na to, že používáme experimentální data získaná měřícími přístroji s danou citlivostí, takže může existovat více čar než je zatím naměřeno. Zvolte si jedno (nejvhodnější) očíslování těchto čar pro další práci.

8.) Vytvořte graf závislosti frekvence čáry v Lymanově sérii na jejím čísle = pořadí (dle vašeho číslování).

9.) Dalším cílem bude najít nějaký jednoduchý vzorec, jak z pořadového čísla čáry dopočítat její frekvenci. Zamyslete se ale nejprve nad tím, jak přesný vzorec chceme najít. Diskutujte vzhledem k přesnosti naměřených dat.

10.) Zkuste navrhnout vhodné funkce, kterými by bylo možné body v grafu proložit. Uvědomte si, kde by se mohly nacházet další čáry této série, které mají příliš malou intenzitu, a proto jsme je nenaměřili. Hledaná funkce by měla předpovídat jejich frekvence. Ve funkci také zohledněte to, že zvolené číslování nemusí být úplně optimální, tj. že např. začíná od jiného čísla než by bylo ideální.

Než budete číst dál, tak si poznamenejte navržené funkce. Nemáte-li nápad na vhodnou funkci, podívejte se na konec tohoto textu.

11.) Proložte body v grafu navrženými funkcemi.

MS Excel umožňuje automaticky prokládat data několika typy křivek. S tím si ale asi nevystačíme. Postup, jak proložit danými body libovolnou křivku pomocí doplňku programu MS Excel s názvem „Řešitel", je popsán ve zvláštním návodu. Pokud postup neznáte, seznamte se s ním či požádejte o jeho vysvětlení.

12.) Ze zkoumaných závislostí vyberte tu nejlepší. Napište vzorec v co nejjednodušším tvaru.

Výsledky předcházejících i dalších úkolů si můžete porovnat s řešením uvedeným v souboru `Reseni_spektrum_H.xls`.

Balmerova a Paschenova série

13.) V předcházející části jsme se zabývali pouze jednou sérii čar. Víme ale, že existují i další série. Zkuste navrhnout a diskutovat nějaké vhodné číslování jednotlivých sérii. Číslo série bude nadále označováno jako m.

14.) Proložte závislost vybranou v předchozí části i druhou (Balmerovou) a třetí (Paschenovou) sérií. Opět se pokuste zapsat vzorce nějak jednoduše.

15.) A teď přijde vyvrcholení. Porovnejte nalezené koeficienty pro jednotlivé série a zkuste nalézt závislost na číslu série. Možná bude třeba pozměnit číslování nebo některé z koeficientů nějak vhodně zaokrouhlit (zkontrolujte, jak moc tyto změny změní přesnost).

Poznámka: Pokud chcete ušetřit čas, naleznete hodnoty parametrů určené řešitelem v souboru `Reseni_spektrum_H.xls` na listu `Dalsi serie`.

Výsledky – nalezené závislosti

16.) Pro další diskuzi je třeba se sjednotit v nalezených vztazích a hodnotách koeficientů. Řešení, ze kterého vychází další text, naleznete na konci tohoto textu. Porovnejte uvedené výsledky se svými.

Šli jste stejnou nebo podobnou cestou? Nebo máte odlišné výsledky? Uvědomte si, že odlišné výsledky nejsou špatně. Našim úkolem bylo najít vztahy, které popisují spektrum atomu vodíku. Takových popisů existuje jistě mnoho. Popis uvedený v řešení se osvědčil a používá se dodnes.

Směřujeme k energetickým hladinám

Planck a Einstein postupně odhalili, že světlo je vždy vyzařováno a pohlcováno v násobcích „kvanta" energie, kterému dali název foton. Energie fotonu je dána vztahem $E = hf$, kde $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J s je Planckova konstanta. Jak vidíme ze spekter, tak atomy nemohou vyzářit libovolný foton, ale jen některé.

17.) Upravte vztahy z předchozího úkolu tak, aby místo frekvence udávaly energii fotonu (pro danou čáru) ve vhodných jednotkách.

Elektron v atomu má nějakou energii. Tím, že vyzáří foton, se jeho energie změní (zmenší). Změna energie odpovídá vždy nějaké čáře ve spektru, nemůže být tedy libovolná. Tento fakt lze vysvětlit následujícími dvěma hypotézami:

A) *Elektron v atomu může mít libovolnou energii, ale vyzařovat může pouze povolené hodnoty energie.*

B) *Elektron v atomu vodíku může mít pouze určité konkrétní (povolené) hodnoty. Díky tomu může vyzařovat jen fotony s diskrétními povolenými energiemi.*

18.) Která z těchto hypotéz se zdá být lepší? Zkuste najít vhodné argumenty, které podpoří vaši volbu.

19.) Jste si jisti, že druhá, vámi nezvolená, hypotéza je špatně? Může nám v tomto rozhodování pomoci experiment?

20.) Předpokládejme, že bez ohledu na vaši volbu by byla správná hypotéza B. Pomocí nalezeného vztahu pro energii vyzářeného fotonu zkuste odhadnout vztah pro povolené energie elektronu. Ověřte, zda by se daly energie fotonu získat jako rozdíly povolených energií elektronu.

21.) Zůstává nějaká volnost v určení povolených energií elektronu, kterou ze spektra nelze určit? S čím souvisí?

Vše hotovo? ...nápady na další zkoumání

22.) Zkuste vymyslet a vytvořit nějakou názornou grafickou pomůcku, která by přiblížila to, že energie fotonu odpovídá přeskokům mezi povolenými energetickými hladinami.

23.) Prozkoumejte tzv. Grotrianův diagram vodíku.

24.) Zkuste se podívat na spektra dalších atomů (tedy spíše iontů), které obsahují také pouze jeden elektron. Lze zde zahlédnout podobnou strukturu? Dokážete odhadnout z těchto údajů, jak závisí energie základního stavu na protonovém čísle Z?

25.) Orientujete-li se v problematice atomů a jejich spekter, můžete prozkoumat tabulku s naměřenými vlnovými délkami a zkusit vymyslet, co je uvedeno v dalších sloupcích?

26.) Pokud vás zajímají tvary jednotlivých „orbitalů" – stavů elektronu v atomu vodíku tak, jak je předpovídá kvantová mechanika, můžete si zkusit řešit materiál s názvem „Orbitaly atomu vodíku".

Použité materiály

• Databáze atomových spekter, National Institute of Standards and Technology, <http://physics.nist.gov/PhysRefData/contents-atomic.html>

• Koopman, L.: Learning Quantum Mechanics through Experience, in GIREP 2006,
<http://www.science.uva.nl/research/amstel/dws/girep2006/index.php?PageName=learning_quantum_mechanics>

Výsledky

10.) Nápady na vhodné funkce, ve kterých n znamená číslo čáry v sérii a velkými písmeny jsou označeny hledané parametry (konstanty):

$$A+\frac{B}{n+C}, \quad A+\frac{B}{(n+C)^2}, \quad A+\frac{B}{(n+C)^3},$$
$$A+\exp B(n+C), \quad A+B\log(n+C).$$

Pokud se rozhodneme, že pro $n \to \infty$ má být funkce konečná, můžeme poslední dva návrhy vyloučit. Lze samozřejmě zkoušet i kombinace těchto návrhů. Doporučuji vyzkoušet alespoň první dvě navržené funkce.

13.) Čáry v sérii jsou očíslovány přirozenými čísly počínaje jedničkou. Jedničku dostala čára s nejmenší frekvencí v dané sérii. Série číslujeme také od jedničky postupně s klesající frekvencí. V následujících vzorcích je frekvence f uváděna v THz, $1\,\mathrm{THz} = 10^{15}\,\mathrm{Hz}$.

Lymanova série ($m = 1$):

$$f(n, m = 1) = 3,28808 + \frac{-3,28804}{(n+1)^2} = 3,288\left(1 - \frac{1}{(n+1)^2}\right)$$

Balmerova série ($m = 2$):

$$f(n, m = 2) = 0,82202 + \frac{-3,28803}{(n+2)^2} = 3,288\left(0,250 - \frac{1}{(n+2)^2}\right)$$

Paschenova série ($m = 3$):

$$f(n, m = 3) = 0,36534 + \frac{-3,28766}{(n+3)^2} = 3,288\left(0,111 - \frac{1}{(n+3)^2}\right)$$

Při tomto očíslování je velmi jednoduché si všimnout, že

$$f(n, m) = 3,288\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{(n+m)^2}\right)$$

a vidíme, že nám v nalezeném vzorci, který je velmi přesný, zbyla jen jediná konstanta.

Posviťme si na kovy

1.) O co jde při vnějším fotoelektrického jevu (tzv. fotoefektu)? Co děláme a co pozorujeme?. Zkuste vyjádřit podstatu děje jednou větou, co nejjednodušeji (bez vysvětlení, pouze popis situace).

„Proměřujeme" a popisujeme

2.) Spusťte si applet fotoefekt[1] a náležitě prozkoumejte, co umí. Naučte se měnit intenzitu a barvu (vlnovou délku) světla, určovat velikost proudu procházejícího obvodem a měnit napětí v obvodu.

Pokud chcete mít možnost si porovnat svoje číselné výsledky s ostatními, zvolte si pro další úkoly jako materiál katody sodík (ang. sodium).

3.) Vaším úkolem je prozkoumat a kvalitativně popsat, na čem závisí proud obvodem (pro jednoduchost zatím při nulovém napětí baterie). Co proud zvyšuje a co ho zmenšuje? V jaké situaci neprotéká obvodem žádný proud? Svá pozorování napište.

4.) „Proměřte" (v daném appletu) závislost proudu (jeho hodnota je v ampérech) na intenzitě a barvě světla. Výsledky si můžete zaznamenat do následující tabulky, ale klidně proměřte dané závislosti detailněji.

λ [nm]	f [Hz]	intenzita 25%	50%	75%	100%
250					
300					
400					
500					
600					
700					
800					

Na základě měření načrtněte grafy[2] a rozhodněte se, zda je vhodnější používat pro charakterizaci světla vlnovou délku nebo frekvenci. Doplňte a zpřesněte popis závislosti proudu z předchozího úkolu.

[1] K dispozici jsou dva různé applety, vyberte si ten, který se vám víc líbí. Applet z kolekce PhET umožňuje o trochu více věcí a tento text vychází z něho.

[2] V celém tomto materiálu se pracuje s velmi jednoduchými grafy pouze s několika body. Sami se rozhodněte, zda bude pro vás rychlejší je dělat na počítači nebo črtat na čtverečkovaný/milimetrový papír.

Poznámka: Následujících několik úkolů lze řešit pouze pomocí appletu z kolekce appletů PhET.

5.) Elektrony opouštějí kovovou desku s různou rychlostí, což je v appletu znázorněno. Které charakteristiky světla tuto rychlost ovlivňují a jak? Na čem se zdá být rychlost elektronů nezávislá?

6.) A teď přišel čas prozkoumat, co dělá změna napětí na baterii. Měňte napětí, pozorujte, co se děje, popište to a pokuste se vysvětlit.[3] Zaměřte se na popis pohybu elektronů, ale i na to, jak napětí ovlivňuje proud.

7.) V závislosti proudu na napětí (při dané barvě a intenzitě světla) lze vysledovat dva „zlomové" body. Popište, k čemu při nich dochází a co je možné pomocí nich určit.

8.) Jak již bylo napsáno, elektrony opouštějí kovovou desku s různými rychlostmi. Je možné nějak určit maximální rychlost?

9.) Zjistěte a „proměřte", jak závisí maximální rychlost, resp. kinetická energie[4] elektronů na barvě a intenzitě světla. Přidejte popis těchto závislostí k charakterizaci fotoefektu v úkolu 3.

10.) Pokud nemáte sestrojený, tak si sestrojte graf závislosti maximální kinetické energie elektronu na frekvenci dopadajícího záření. Proložte přímkou a určete/odhadněte koeficienty, budeme je potřebovat v další části.

Směřujeme k vysvětlení

11.) Představme si, že **světlo je vlnění** – stejné jako vlnění na vodní hladině. Uvědomte si, na čem závisí energie vlnění.

Elektron uvnitř kovu se může téměř volně pohybovat (je zde jen velmi slabě vázán), ale na to, aby kov opustil je třeba mu dodat nějakou energii[5].

12.) Na základě předchozích dvou tvrzení odvoďte, jak by měly vypadat závislosti počtu uvolněných elektronů (tj. proudu) a jejich max. energie (tj. potřebného brzdého napětí) na barvě a intenzitě světla.

13.) Porovnejte popis závislostí z předchozího úkolů (tj. světlo je vlnění, jak to říká klasická fyzika) s tím, co jste objevili. V čem se shodují, v čem se liší?

[3] Bude-li zadávat hodnoty napětí z klávesnice, je třeba psát desetinnou tečku, i když se zobrazuje desetinná čárka.

[4] V tomto i následujících úkolech uvažujeme rychlost, resp. kinetickou energii, se kterou elektron opouští kov, i když to není výslovně uvedeno. V závislosti na hodnotě napětí na baterii se rychlost/energie elektronu může během jeho pohybu měnit.

[5] Obvykle se této energii říká „výstupní práce".

14.) a) Pokud bychom **si světlo představovali jako proud nějakých kuliček** (částic), co by znamenalo změnit intenzitu nebo barvu světla? Jak by se tyto změny projevily na energii jedné „částice" světla?
b) Představme si, že uvolnění elektronu z kovu probíhá tak, že jedna „částice" světla vrazí do elektronu a ten ji pohltí (přijme její energii). Jak by vypadaly závislosti popisující fotoefekt v tomto modelu? V čem se shodují s námi „objeveným" popisem, v čem se liší?

15.) V tomto konkrétním experimentu je tedy vhodnější si světlo a jeho interakci s kovem připodobnit k vlnám nebo ke kuličkám? Proč?

16.) Vraťme se tedy k závislosti max. kinetické energie elektronu na frekvenci (graf vytvořený v úloze 10) – podívejme se na energetickou bilanci celého děje:

energie elektronu = energie dodaná světlem - energie potřebná na uvolnění elektronu z kovu

Pokuste se interpretovat konstanty v dané závislosti a porovnejte je s hodnotami v tabulkách (jistě je lehce dohledáte).

Pár věcí dalších...

17.) Applet umožňuje použít i katodu z jiných kovů. Zkuste určit jejich výstupní práce. Co by asi tak mohl být ten neznámý kov označený otazníky?

18.) Vezměte si zelenou a červenou LED-ku. Proměřte závislost proudu na napětí na diodě pro obě barvy.

19.) Posviťte na diody intenzivním světlem (nejlépe slunečním) a změřte na nich napětí.

Chci přemýšlet o metodice

20.) Applet umožňuje zobrazovat v levé části také grafy. Při naši práci jsme je nepoužili, protože je lepší si je naměřit a sestrojit samostatně. Na druhou stranu by mohly urychlit výklad. Zkuste se zamyslet nad tím, jak by se tento applet včetně uvedených grafů dal použít přímo v hodině.

21.) Níže popisuji dvě analogie, modely. Nedaly by se nějak využít při výkladu fotoelektrického jevu?

A) U bazénu, který není naplněn úplně po okraj, stojí zapnutá pumpa na vodu, která odčerpává vycákanou vodu.

B) V jámě plné míčů stojí fotbalista, který umí vykopnout míč s přesně danou energií.

Nebo zkuste vymyslet nějaké modely jiné.

Použité materiály

• Physics Education Technology - sada appletů pro použití ve výuce (nejen) fyziky, `<http://phet.colorado.edu>` – použit byl applet *The Photoelectric Effect*

• McKagan, S.: *Intro to Photoelectric Effect Interactive Lecture* a *Understanding the Photoelectric Effect*, materiály k appletům, `<http://phet.colorado.edu>`

• Applet: *Photo Effect*, `<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap28/PhotoEffect/photo.htm>` – applet znázorňující fotoelektrický jev, tento applet nebyl v rámci semináře použit

• Halliday, D., Resnick, R., Walker, J.: *Fyzika – Moderní fyzika*, VUTIUM, Brno, 2000

• Štoll, I.: *Fyzika pro gymnázia - Fyzika mikrosvěta*, Prometheus, Praha, 2002

Dvojštěrbina to není jen dvakrát tolik štěrbin

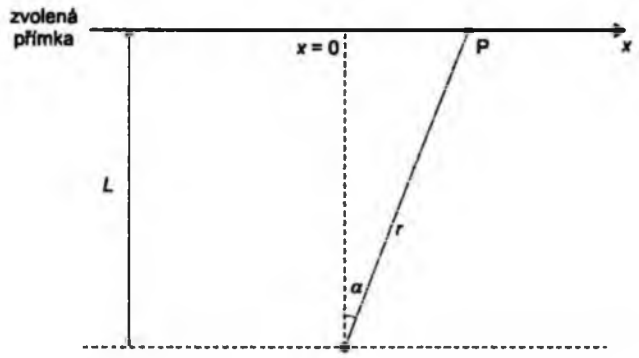
Začneme s vodou

1.) Nejprve pozorujte vlnění na vodě (reálně nebo pomocí appletu – dle vašeho výběru), které vytváří jeden zdroj. Popište toto vlnění slovy a zdůvodněte, že následující vztah dobře popisuje pozorované vlnění.

$$V(r,t) = \frac{V_{max}}{\sqrt{r}} \cos(konst_1 \cdot t - konst_2 \cdot r),$$

kde V je výška „vlny" v daném místě a daném čase a V_{max} je maximální výška (výšku V měříme od „klidné" hladiny, může tedy být kladná i záporná). Zkuste najít význam obou konstant ve vzorci. Jaký je směr šíření?

2.) Protože by bylo obtížné sledovat časový průběh vln na celé hladině, zkusme spočítat, jak bude vypadat amplituda vlnění podél přímky ve vzdálenosti L od zdroje. Tedy spočítat výšku vlny v místě P (viz následující obrázek).

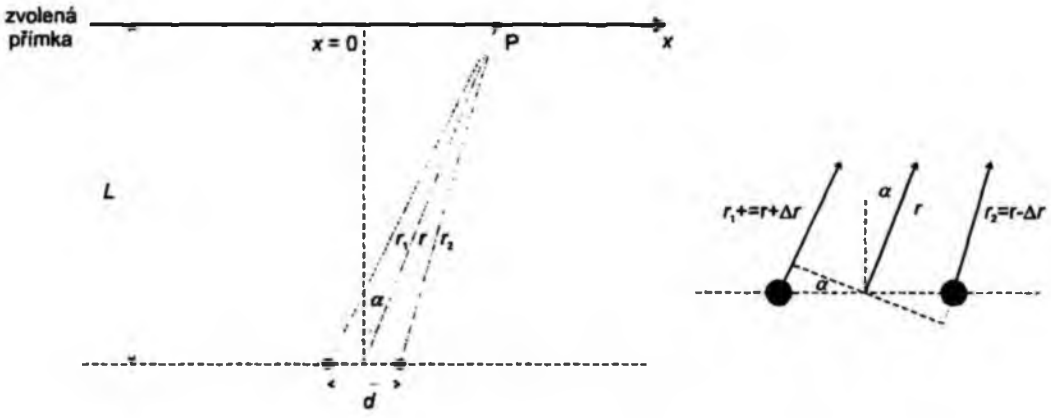


3.) Energie, kterou vlna přenáší, je úměrná druhé mocnině maximální výšky, kterou zde vlna dosahuje. Napište vztah, který popisuje energii, kterou vlnění „přináší" na jednotlivá místa stěny. Načrtněte graf.

4.) A teď si vezmeme zdroje vlnění dva (resp. dvě štěrbiny, které fungují jako dva zdroje). Pozorujte a popište, co se děje.

5.) Jak určit výšku hladiny v daném místě a čase pro případ, že máme dva zdroje vlnění (viz obrázek)?

Pozn.: Zanedbejte, že se vlnění od zdrojů vzájemně maličko liší ve výškách vln – uvažujte průměr obou hodnot.



Při výpočtu je třeba sečíst v daném místě stěny (P) aktuální výšky vln od obou zdrojů. Při výpočtu se vám možná bude hodit vztah

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}.$$

Výsledný vztah si pomyslně rozdělte na část, která určuje časový průběh vlnění v tomto místě, a část, která určuje maximální výšku, kterou vlna v tomto místě dosahuje.

6.) Načrtněte si graf závislosti maximální výšky vlny podél stěny.

7.) Porovnejte výsledek výpočtu s pozorováním.

8.) Pro vlnění, které zachycuje následující obrázek vypočtěte vzdálenost míst s „minimálním" vlněním, která jsou nejblíže středu stěny. Potřebné údaje „změřte" na obrázku. Ověřte výpočet měřením (nebo měření výpočtem).

9.) Napište vztah, který popisuje energii, kterou vlnění „přináší" na jednotlivá místa stěny v případě dvou zdrojů. Načrtněte graf. (Jak již bylo řečeno, energie je úměrná druhé mocnině maximální výšky vlny v daném místě.)

A co světlo?

10.) Místo dvou zdrojů světla použijeme dvě štěrbiny (dvojštěrbinu). Pozorujte a popište, jak vypadají obrazce, které vytváří světlo při průchodu dvěma štěrbinami. V čem se vlnění na vodě a světlo liší?

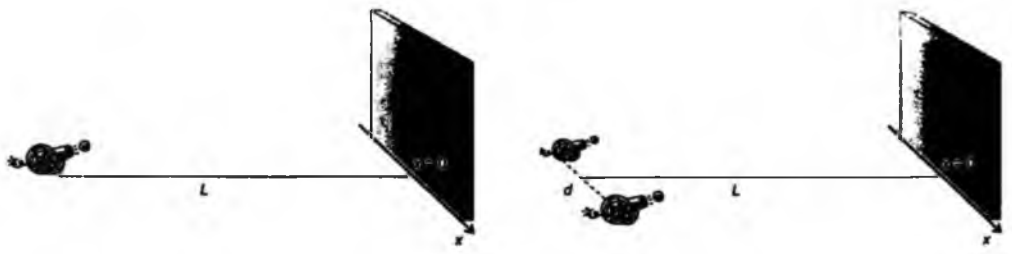
11.) Pokud je stěna hodně daleko od zdrojů (v porovnání s jejich vzájemnou vzdáleností) můžeme udělat v předchozích výpočtech následující zjednodušení:

$$\Delta r = \frac{d}{2}\sin\alpha \approx \frac{d}{2}\tan\alpha \approx \frac{d}{2}\frac{x}{L}$$

12.) Nakreslete graf intenzity světla (je úměrná energii) podél stínítka. Je nějaký zásadní rozdíl mezi tímto grafem a grafem energie vlnění na vodě?

„Rozvrzaná" děla

Představte si, že máme dělo, kterým střílíme do zdi. Naše dělo je už trošku starší, takže i když se snažíme mířit přesně na střed stěny, dělo se při výstřelu od nastaveného směru často mírně odchýlí do strany, většinou velmi málo, někdy ale i víc. Vystřelené koule zůstavají ležet u stěny.



13.) Z děla vystřelíme velmi mnoho koulí. Jak bude přibližně vypadat závislost počtu koulí na vodorovné vzdálenosti od středu stěny x (viz předchozí obrázek vlevo)?

14.) Odhadněte, jak by vypadalo rozložení koulí u stěny, pokud bychom měli dvě děla vedle sebe (viz předchozí obrázek vpravo)

Elektrony

Program dualismus.exe znázorňuje, co vidíme na stínítku („stěně"), pokud na ni střílíme elektrony přes dvojštěrbinu (tj.podobně jako jsme to dělali u světla). Tyto dvě štěrbiny mohou představovat také jakési dvě „elektronová děla".

15.) Spusťte si program dualismus.exe a stiskněte Run. Popište, jak to probíhá a jaký je výsledek.

16.) V čem se chování elektronu podobá vodě a v čem dělům?

Chci něco složitějšího...

Mnohem podrobnější diskuzi myšlenkových experimentů s elektrony, souvislostí s relacemi neurčitostmi a delokalizací elektronu naleznete ve *Feynmanových přednáškách z fyziky 1* v kapitole 37 (s. 496-507) nebo v knize *Kvantový vesmír* od autorů P. Heye a P. Walterse (s. 9-18).

Výsledky odvození

Úloha 5

Po sečtení obou vln v daném místě dostaneme:

$$V = \frac{2V_{max}}{\sqrt{r}} \cos\frac{2\sin\alpha}{2} \cos(konst_1 \cdot t - konst_2 \cdot r)$$

Úloha 10

$$V = \frac{2V_{max}}{r} \cos\frac{konst_2\, d}{2L} \cos(konst_1 \cdot t - konst_2 \cdot r)$$

Poznámka: Světlo se šíří od bodového zdroje do celého prostoru, proto jeho amplituda ubývá nepřímo úměrně se vzdáleností. Narozdíl od vln na vodě, které se šíří pouze v rovině a pokles jejich amplitudy je tedy dán odmocninou ze vzdálenosti od zdroje. Tato skutečnost ale neovlivní „tvar" obrazce na stínítku.

Použité materiály

- Koopman, L.: *Double slit experiment*, 2006
- Feynman, R.: *Feynmanovy přednášky z fyziky 1*, Fragment, Praha 2000
- Hey, P., Walters P.: *Nový kvantový vesmír*, Argo, Praha, 2005
- Vícha, V., Formánek P.: *Dualismus.exe* – <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/2005/dalsi_cz.php>
- *Physics Education Technology* – sada appletů pro použití ve výuce (nejen) fyziky, <http://phet.colorado.edu> – použit byl applet „*Wave interference*“

Příloha E

Pracovní sešit pro projekt Orbitaly

Tento materiál obsahuje úkoly a problémy, které by Vám měly pomoci si lépe představit a porozumět kulovým funkcím a orbitalům atomu vodíku. K vypracování úkolů budete potřebovat speciálně připravené programy, které si můžete stáhnout z webové adresy:

`http://kdf.mff.cuni.cz/~broklova/orbitals/download.php`.

Tyto aplikace byly naprogramovány v prostředí LabVIEW. K jejich spuštění je třeba nainstalovat knihovny tohoto prostředí `LVRunTimeEng_7.0.exe`. Pozor, tyto knihovny (a tedy i připravené programy) běží pouze na operačních systémech Windows 2000 a novějších a k jejich instalaci musíte mít administrátorská práva.

Po instalaci knihoven již bude možné spustit jednotlivé programy. Uvedené aplikace slouží ke zobrazování funkcí, ale také k tomu, abyste si sami mohli zkontrolovat, zda je vaše řešení některých úloh správné.

1. Než začnete řešit

V tomto pracovním sešitě jsou uvedeny jak zadání úkolů, tak vysvětlení a výklad malých kousků teorie. Doporučuji Vám **pracovat postupně** a nečíst si dopředu vysvětlení. Svá řešení, výsledky, hypotézy a nápady si vždy **zapisujte a kreslete** a **nebojte se dělat chyby**, používat „jednoduchá slova", snažit se zformulovat i nepřesné představy. I když je to časově náročnější, zkušenost ukazuje, že tímto způsobem se toho naučíte a pochopíte mnohonásobně více než po rychlém prolistování a přečtení tohoto materiálu.

Pokud chcete postupovat rychleji, vynechte **úlohy označené** • (jedná se o úlohy podobné předcházejícím, rozšiřující nebo obtížnější). Můžete se k nim případně vrátit později.

2. Sférické souřadnice

Pro řešení stacionární Schrödingerovy rovnice atomu vodíku je díky „kulatosti" (sférické symetrii) elektrostatického pole jádra velmi výhodné použít **sférické souřadnice**. Věnujme teď pár minut tomu, že si připomeneme jejich vlastnosti.

definice: $x = r \sin\theta \cos\varphi$
$y = r \sin\theta \sin\varphi$
$z = r \cos\theta$

2.1.) Nakreslete obrázek, který odpovídá této definici sférických souřadnic a vyznačte do něj souřadnice $x, y, z, r, \theta, \varphi$. Slovně popište význam sférických souřadnic r, θ, φ a určete, jakých hodnot nabývají.

2.2.) Pro tuto kapitolu je připravena aplikace s názvem `3D_poloprimka.exe`. Nejprve si vyzkoušejte a popište, co tento program zobrazuje.

Následující úlohy můžete řešit úvahou a uvedený program použít pro kontrolu. Také je možné úlohy řešit přímo pomocí něj. Zkusmo nastavte pohyblivou polopřímku do požadované pozice a přečtěte hodnoty úhlů.

2.3.) V kartézských souřadnicích je osa x dána podmínkou $(y = 0 \wedge z = 0)$. Jak bude tato podmínka vypadat ve sférických souřadnicích? Popište takto všechny tři kartézské osy.

• 2.4.) Podobně jako v předchozím úkolu popište následující roviny:
a) rovina xy (tj. rovina daná podmínkou $z = 0$)
b) rovina xz
c) libovolná rovina obsahující osu z

2.5.) Jaký geometrický útvar tvoří všechny body, které
a) mají stejnou (danou) souřadnici r, ale liší se ve θ, φ?
b) mají stejnou (danou) souřadnici θ?
c) mají stejnou (danou) souřadnici φ?

• 2.6.) a) Jestliže nějaká (skalární) funkce prostorových souřadnic nezávisí na r, co to znamená? Jak vypadají místa, kde má tato funkce stejnou funkční hodnotu?
b) Řešte předchozí úlohu i pro funkci nezávislou na θ, resp. na φ. Jaké bude mít vlastnosti funkce nezávislá na obou úhlech?

Pokud jste se svými řešeními úloh v této kapitole spokojeni, porovnejte je s výsledky na konci sešitu.

3. Vlnové funkce vlastních stavů atomu vodíku

Vlnová funkce popisující stacionární stav elektronu v atomu vodíku se dá napsat jako součin tří funkcí, přičemž každá závisí pouze na jedné sférické souřadnici, tj.

$$\psi_{nlm}(r,\vartheta,\varphi) = R_{nl}(r)T_{lm}(\vartheta)U_m(\varphi).$$

Jak je vidět z předchozího zápisu, jednotlivé stacionární stavy jsou „číslovány" pomocí trojice kvantových čísel n, l, m. Pro jejich hodnoty platí následující podmínky:

$$n = 1,2,3,... \qquad l = 0,1,2,...n-1 \qquad m = 0,\pm1,\pm2,...\pm l.$$

Indexy u jednotlivých částí vlnové funkce udávají, na kterých kvantových číslech daná část závisí.

Význam jednotlivých částí vlnové funkce

- *Radiální část* vlnové funkce má tvar

$$R_{nl}(r) = \left(\frac{2r}{na}\right)^l L_{nl}\left(\frac{2r}{na}\right) e^{-\frac{r}{na}},$$

kde $a = 5,3 \cdot 10^{-11}$ m je tzv. Bohrův poloměr a L_{nl} je polynom.[1] Vidíme, že pro velké souřadnice r vlnová funkce exponenciálně klesá.

- Součin obou úhlových částí můžeme často najít pod názvem *kulová funkce* $Y_{lm}(\vartheta,\varphi)$. Platí tedy:

$$Y_{lm}(\vartheta,\varphi) = T_{lm}(\vartheta)U_m(\varphi),$$

Úhlové části mají tvar:

$$U_m(\varphi) = e^{im\varphi} = \cos(im\varphi) + i\sin(im\varphi)$$

$$T_{lm}(\vartheta) = P_{lm}(\cos\vartheta)$$

[1] Jedná se o tzv. Laguerrův polynom stupně $n+1$ a řádu $2l+1$, což se obvykle zapisuje $L_{n+1}^{2l+1}\left(\frac{2r}{na}\right)$

kde $P_{lm}(x)$ jsou tzv. přidružené Legendrovy polynomy.

Závislost vlnové funkce na φ je velmi jednoduchá. Jedná se o jedinou část vlnové funkce, která není reálná (vnáší komplexnost), ale její absolutní hodnota se pro všechny hodnoty φ rovná 1. To znamená, že pokud budeme počítat hustotu pravděpodobnosti výskytu (tj. spočteme $|\psi_{nlm}|^2$) závislost na φ vymizí docela.

V následujících úkolech se seznámíte s tím, jak jednotlivé funkce vypadají a jak společně vytvářejí celkovou hustotu pravděpodobnosti.

4. Legendrovy polynomy

Nejprve se budeme zabývat tou částí vlnové funkce, která závisí na úhlu θ, tj. přidruženými Legendrovými polynomy $T_{lm}(\vartheta) = P_{lm}(\cos\vartheta)$.

Při řešení úkolů v této části se používá program s názvem `Legendre_2D.exe`. V něm se kvantová čísla nastavují vlevo nahoře a nepovolí nastavit nedovolenou kombinaci těchto čísel. Po změně hodnot program překreslí všechny grafy (*pozor, může to chviličku trvat*, protože uvedené funkce se počítají a vykreslují bod po bodu). Pro nízké hodnoty kvantových čísel se zobrazí i analytický tvar vykreslované funkce.

4.1.) Pohrajte si s programem, vyzkoušejte různé hodnoty l, m. Vytvořte vlastní hypotézy, jak jednotlivé grafy interpretovat, jak spolu souvisí. Pro nízká kvantová čísla „zkontrolujte" správnost grafu dle analytického tvaru funkce. Všechny své nápady si poznamenejte. Nečtěte si následující vysvětlení, ale pokuste se nejprve zformulovat vlastní pohled (nejlépe písemně!).

1	2	3
4	5	6

Program zobrazuje stejný polynom ve třech dvojicích různých typů grafu. Aby se nám o nich lépe hovořilo, očíslujeme si grafy podle schématu vlevo.

Popis jednotlivých grafů

Následující text si pečlivě přečtěte a promyslete. **Označte** jeho části, které jste odhalili sami.

Graf 1 je běžně používaný kartézský graf, ve kterém je zakreslena příslušná funkce. Všimněte si, že proměnná θ opravdu nabývá hodnot od 0 do π.

V *grafu 2* je osa z svisle. Úhel θ měříme mezi osou z a vybraným směrem (polopřímkou vycházející z počátku). Hodnota polynomu pro daný úhel θ je vyjádřena „intenzitou" (sytostí, jasností) barvy, jakou je příslušná polopřímka nakreslena. Kladné hodnoty jsou vykresleny červeně, záporné hodnoty modře.

Při konstrukci *grafu 3* (tzv. polární graf) vynášíme hodnoty polynomu opět na příslušné polopřímky vycházející z počátku. Na polopřímku pro dané θ vyneseme od počátku souřadného systému úsečku, jejíž délka odpovídá funkční hodnotě pro tento úhel. Protože je vynášená funkce spojitá, vytvoří koncové body všech úseček pěknou hladkou křivku. Barvy zde fungují podobně jako v grafu 2. **Všechny body na polopřímce mají stejný úhel θ, tedy stejnou funkční hodnotu!**

Spodní řada grafů (*grafy 4, 5, 6*) přesně odpovídá té horní pouze je ve všech vykreslena druhá mocnina daného polynomu.

4.2.) Zaměřme pozornost ještě jednou na grafy 2 a 3. Zkuste se zamyslet nad tím, proč je využita jenom půlka prostoru, který jim je vymezen.

Vysvětlení

Úhel θ nabývá hodnot od 0 do π, což přesně odpovídá polovině „kruhu". Svislá osa těchto grafů odpovídá ose z prostorového souřadného systému a vodorovná např. ose x (nebo y). Ale pro každý úhel θ najdeme v této rovině dvě různé polopřímky vycházející z počátku souřadnic. Tyto polopřímky jsou zrcadlově symetrické vůči ose z. Nic nám nebrání v tom, vykreslit naši funkci i na polopřímky v levé části grafu (stiskněte tlačítko `Zrcadlení`). Nezískáme tím sice žádnou „novou" informaci o dané funkci, ale výsledný obrázek bude lépe odpovídat jejimu „skutečnému prostorovému průběhu".

• 4.3.) Pozor – při zapnutém zrcadlení, nezobrazují grafy 2 a 3 průběh daného polynomu pro θ od 0 do 2π, jak by se mohlo zdát, ale opravdu „zrcadlí" průběh funkce od 0 do π podle osy z. Zkuste najít vhodnou funkci $T_{lm}(\vartheta)$, na které lze obě možnosti rozlišit.

4.4.) Ověřte všechny uvedené vlastnosti grafů na zobrazení několika různých polynomů – tj. zobrazte si několik různých polynomů a prozkoumejte jednotlivé grafy, zda opravdu odpovídají tomu, co bylo napsáno výše. Speciálně se zaměřte na to, jak poznat minima a maxima v jednotlivých typech grafů a zda si vzájemně odpovídají.

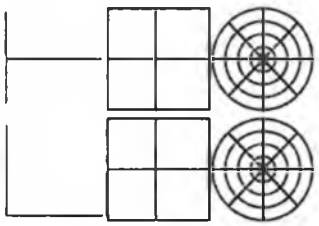
K řešení další úlohy budete potřebovat **tužky dvou barev, ideálně modrou a červenou**. Pokud použijete jiné dvě barvy, poznamenejte si, která

hraje roli jaké barvy. Vpravo nad každým grafem je malé tlačítko, kterým lze vypnout a zapnout jeho zobrazování nezávisle na ostatních. Navíc nahoře vpravo jsou tlačítka, kterými lze vypnout či zapnout všechny grafy najednou.

Než začnete řešit další úkol, **zapněte zrcadlení a vypněte zobrazení všech grafů**.

4.5.) a) Nastavte následující hodnoty kvantových čísel: $l = 4$, $m = -1$. Potom zapněte pouze **graf 1**. Nakreslete (na papír), jak budou vypadat ostatní grafy. Pro kreslení je vhodné si nejprve načrtnout „mřížku" uvedenou níže. Snažte se správně zachytit barvu i její intenzitu (např. hustotou šrafování). Až budete mít všechny grafy zakresleny, zkontrolujte si správnost svého řešení zapnutím všech grafů. Snažte se o co možná největší shodu vlastních obrázků a zobrazovaných funkcí.

b) Vypněte všechny grafy, nastavte hodnoty $l = 4$, $m = 2$. Zapněte tentokrát **graf 2** a nakreslete ostatní. Po načrtnutí si nezapomeňte své výsledky zkontrolovat.



c) A poslední varianta. Vypněte opět všechny grafy, nastavte $l = 3$, $m = 2$, zapněte **graf 3**, dokreslete ostatní a zkontrolujte své výsledky.

Pokud jste v tomto úkolu udělali více chyb nebo si nejste jistí tím, že podle jednoho typu grafu správně vytvoříte jiný, vyřešte si ještě několik podobných úloh dle svého výběru. Je důležité si nejenom představit, jak bude funkce vypadat, ale opravdu se pokusit ji zachytit na papír, protože tím jste nuceni přemýšlet o výběru barvy, intenzitě šrafování, velikosti „kopečků", tvaru „laloků" a lépe odhalíte, jak moc jste se trefili.

• 4.6.) S grafem 1 se běžně pracuje v hodinách matematiky i fyziky na SŠ, zbylé dva typy se používají méně často (nejenom na SŠ). Aniž byste si znova četli jejich vysvětlení, zkuste zformulovat vlastními slovy na základě zkušeností získaných v předchozí úloze, co vyjadřují (např. jak byste vysvětlili někomu, kdo je vidí poprvé, jak jim rozumět). A hlavně na co si dát při jejich používání pozor.

4.7.) Napište výhody a nevýhody jednotlivých typů zobrazení (grafy 1, 2, 3) a porovnejte je. Napadá vás něco z praktického života, co by se dalo dobře kreslit pomocí méně běžných grafů?

4.8.) Otázka spíše fyzikální. Proč nás zajímá druhá mocnina Legendrova polynomu?

5. Kulové funkce

V této kapitole se budeme zabývat celou úhlovou částí Y_{ml} vlnové funkce (tzv. kulovými funkcemi, viz str. ??). Už víme, že část závislá na φ (tj. $U_m(\varphi)$) je poměrně jednoduchá a jako jediná část vlnové funkce je komplexní.

5.1.) Připomeňte si, jak to dopadne s komplexností a závislostí na obou úhlech, pokud spočítáme $|Y_{ml}(\theta,\varphi)|^2$?

5.2.) Na $|Y_{ml}|^2$ se budeme dívat jako na funkci všech tří prostorových proměnných r,θ,φ. Jaký tvar mají místa, kde má kulová funkce díky nezávislosti na r a φ určitě stejnou funkční hodnotu?

• 5.3.) Na základě řešení předchozí úlohy zkuste vymyslet, jaké hodnoty má druhá mocnina kulové funkce na polopřímkách, které neleží v rovině obrazovky, resp. papíru? Jaký mají tvar oblasti, ve kterých bude mít funkce stejnou hodnotu? Jak lze z 2D grafů z předcházející kapitoly získat 3D grafy?

1	2
3	4

Pro tuto část je připraven program **Legendre_3D.exe**, ve kterém se seznámíme i s prostorovými možnostmi zobrazení. Grafy si opět očíslujeme, aby se nám o nich lépe hovořilo.

5.4.) Pohrajte si s programem, vyzkoušejte různé hodnoty l,m. Vytvořte vlastní hypotézy, jak spolu souvisí plošné a prostorové grafy. Prosím nečtěte si vysvětlení, které následuje, ale opravdu se pokuste to nejprve zformulovat sami.

Oběma prostorovými grafy lze pomocí myši otáčet, zvětšovat a zmenšovat je. Pokud se ztratíte v tom, jak máte obrázek natočený, restartujte program. Vrátí se do původního nastavení, ve kterém je osa z svisle.

Vysvětlení 3D grafů

Připoměňme si, že v celé této kapitole vykreslujeme druhé mocniny kulových funkcí (resp. Legendrových polynomů) a naše funkce závisí jen na θ. *Grafy 1 a 2* již známe z předchozí kapitoly.

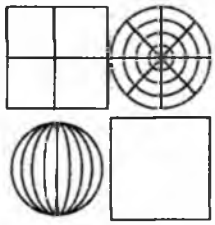
Graf 3 je prostorovou analogií grafu 1. Protože teď už ale nemůžeme nakreslit všechny polopřímky vycházející z počátku, protože by se nám vzájemně za sebou schovávaly, ořízli jsme celý prostor a ponechali jen kouli kolem počátku souřadnic, takže vidíme jen barvy průsečíků polopřímek a této koule (konce úseček vycházejících z počátku).

Graf 4 je prostorovou analogii polárního grafu (graf 2). Konstruován je úplně stejně. Na každou polopřímku si vyneseme od počátku úsečku, jejíž délka vyjadřuje hodnotu. Protože je funkce spojitá, vytvoří nám takto získané body krásnou hladkou plochu, která je na tomto grafu znázorněná.

5.5.) Prostorové grafy 3 a 4 vzniknout tak, že plošnými (1 a 2) nějak pohybujeme. Jak? Jak říkáme této symetrii?

5.6.) Tento úkol je podobný jako v předchozí kapitole. **Vypněte zobrazení všech grafů**. Nastavte uvedené hodnoty kvantových čísel, zapněte daný graf, nakreslete zbylé a pak si vše zkontrolujte. Je jasné, že kreslení prostorových obrázků je náročné, ale pokuste se na papír zachytit alespoň podstatné rysy dané plochy (nebo můžete použít plastelínu).

a) $l = 3, m = 2$, zapněte graf 1
b) $l = 4, m = 2$, zapněte graf 3
c) $l = 2, m = 0$, zapněte graf 4



Pokud jste v tomto úkolu udělali více chyb nebo si nejste jistí tím, že podle jednoho typu grafu správně vytvoříte ostatní, vyřešte si ještě několik podobných úloh dle svého výběru.

• 5.7.) Aniž byste si znova četli vysvětlení, zkuste zformulovat vlastními slovy na základě zkušeností z předchozího příkladu, co vyjadřují 3D grafy (např. jak byste popsali průběh funkce někomu, kdo tento způsob zakreslení vidí poprvé).

5.8.) Popište výhody a nevýhody jednotlivých typů zobrazení (rovinného a prostorového, intenzitou barvy a polárním grafem) a porovnejte je.

6. Radiální část vlnové funkce

V této kapitole se dostáváme k radiální části vlnové funkce. Tato část udává, jak se mění vlnová funkce v závislosti na vzdálenosti od počátku r.

Celá vlnová funkce je dána součinem radiální a úhlové části (viz str. ??). Hustota pravděpodobnosti výskytu elektronu je dána druhou mocninou absolutní hodnoty vlnové funkce :

$$|\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi)|^2 = |R_{nl}(r)Y_{ml}(\theta,\varphi)|^2 = R_{nl}^2(r)P_{ml}^2(\theta)$$

A právě tuto funkci se budeme snažit zobrazovat v této části.

6.1.) Pro tuto kapitolu je připraven program `3D_orbitaly.exe`. Než se pustíme do dalšího výkladu a práce, pusťte si ho a vyzkoušejte, co zobrazuje.

Zavedeme si opět očíslování grafů. Grafy 1 a 2 již znáte z předchozích částí (zobrazují $|Y|^2$), graf 4 vlevo dole zobrazuje druhou mocninu radiální části vlnové funkce, tj. R_{nl}^2. Grafy 3 a 5 se snaží zachytit celkovou hustotu pravděpodobnosti $|\psi_{nlm}|^2$ nalezení elektronu v daném stacionárním stavu.

1	2	3
4		5

6.2.) Zkuste přijít na to, jak spolu souvisí grafy 3, 5 a ostatní grafy. Pomoci vám může modrý „posuvník" vlevo dole a druhý vpravo nahoře. Než budete číst dál, napište své postřehy.

Vysvětlení grafů

Jak již bylo napsáno výše, grafy 3 a 5 zobrazují hustotu pravděpodobnosti výskytu elektronu pomocí intenzity červené barvy. *Graf 3* ukazuje řez libovolnou rovinou, která obsahuje osu z (ta je umístěna svisle). Díky nezávislosti $|\psi_{nlm}|^2$ na φ jsou všechny tyto řezy stejné. Prostorovou závislost získáme tak, že tento graf roztočíme kolem osy z (tj. kolem svislé osy).

Poznámka: Hustota pravděpodobnosti je ve většině míst velmi malá, tak malá, že tmavě červená téměř nejde odlišit od černé. Graf 3 se tedy zdá skoro celý černý. Tyto méně zřetelné oblasti s nenulovou hustotou pravděpodobnosti si můžete zvýraznit tím, že posunete dolů modrý posuvník na barevné škale vpravo od tohoto grafu. Místa, ve kterých je hustota pravděpodobnosti vyšší než odpovídá aktuální poloze tohoto posuvníku, se vykreslí bíle. Pro hustotu pravděpodobnosti nižší se využije opět celá škála černá-červená, proto se zvýrazní i místa, která byla předtím „příliš málo červená".

V *grafu 5* je hustota pravděpodobnosti zobrazena na povrchu koule se středem v počátku souřadnic. Poloměr koule se nastavuje posuvníkem vlevo dole. O velikosti poloměru nás informuje poloha žluté úsečky v grafu 4 a kružnice v grafu 3. Z důvodu pěkného zobrazení se koule (i když reálně měníme její rozměry) vykresluje stále stejně velká. Koulí lze otáčet a přesvědčit se tak o symetrii hustoty pravděpodobnosti vůči ose z.

6.3.) Zkuste si vytvořit nějaký postup, jak z grafů, na kterých je zachycena pouze úhlová (grafy 1 a 2) a pouze radiální část (graf 4), vytvořit graf celkové hustoty pravděpodobnosti (graf 3).

6.4.) Pomocí malého tlačítka v pravém horním rohu **grafu 3 ho vypněte**. Nastavte následující hodnoty kvantových čísel a pokuste se nakreslit, jak bude graf 3 vypadat. Potom si své výsledky zkontrolujte.

a) $n = 3, l = 0, m = 0$ b) $n = 4, l = 3, m = 1$ c) $n = 4, l = 2, m = 1$

6.5.) Porovnejte obě zobrazení hustoty pravděpodobnosti (grafy 3 a 5), jejich názornost, vhodnost, výhody a nevýhody.

A teď ještě dvě úložky fyzikální, ve kterých se zaměříme pouze na radiální část hustoty pravděpodobnosti:

- 6.6.) Někdy je hodnota radiální části hustoty pravděpodobnosti pro $r = 0$ nulová, někdy ne. Zobrazte si několik různých vlnových funkcí a najděte jednoduché pravidlo, kterým se nulovost či nenulovost radiální části v počátku souřadného systému řídí.

- 6.7.) Opět si zobrazte několik radiálních částí, ale tentokrát se zaměříme na počet nulových bodů. Pozor: nebudeme započítávat případnou nulovost pro $r = 0$ (tj. v počátku) a pro $r \to \infty$. Zkuste najít „vzoreček", jak z hodnot kvantových čísel určit počet těchto nulových bodů.

Poznámka o radiální hustotě pravděpodobnosti

Možná vás v úloze 6.6. překvapilo, že pro některé stacionární stavy má radiální funkce svoje maximum v počátku soustavy souřadné – tj. že je nejpravděpodobnější najít elektron uprostřed atomu.

Poznámka: Pokud se podíváte na tvar radiální části (viz str. ??), zjistíte, že hodnota pro $r = 0$ je vždy konečná, i když díky exponenciální závislosti často mnohem větší než ostatní hodnoty.

U úvah tohoto typu – jak je pravděpodobné najít elektron někde – si musíme dát pozor, zda nás zajímá opravdu konkrétní místo, nebo (což je častější) nás zajímá v jaké vzdálenosti od středu atomu elektron najdeme. Pokud nám jde pouze o vzdálenost mluvíme o tzv. **radiální hustotě pravděpodobnosti** $\rho(r)$. Tu získáme tak, že „vyintegrujeme" hustotu pravděpodobnosti přes povrch koule (tj. oblast, kde má elektron požadovanou vzdálenost). Pro $l = 0$ nezávisí vlnová funkce na úhlech a hledaná radiální hustota pravděpodobnosti by byla $\rho(r) = povrch\,koule \cdot |\psi|^2 \approx r^2 R^2$. Obdobný vztah dostaneme

i v případě $l \neq 0$.[2] Vidíme, že člen r^2 nám spolehlivě „vynuluje" $\rho(r)$ pro $r = 0$. Velmi malé vzdálenosti elektronu od jádra tedy nejsou příliš pravděpodobné.

Hustota pravděpodobnosti ve velkých vzdálenostech klesá, ale povrch koule, na které hledáme elektron, naopak roste, takže výsledná radiální hustota závisí na tom, jak dopadne porovnání obou protichůdných vlivů. Naštěstí exponenciální pokles $R_{nl}(r)$ je dostatečně „silný", takže v opravdu velkých vzdálenostech od jádra se elektrony vyskytují s velmi malou pravděpodobností.

Hustota pravděpodobnosti výskytu elektronu a tato radiální hustota se velmi často nesprávně zaměňují!

6.8.) Pomocí tlačítka nad grafem 4 si můžete zobrazit i radiální hustotu pravděpodobnosti (vykreslí se zeleně, zvolit můžete se dvou variant – se společnou škálou nebo s rozdílnými svislými škálami tak, aby obě zobrazené funkce měly „podobně vysoké kopečky"). Pozorujte a popište vliv členu r^2.

7. Orbital

7.1.) Pokuste se popsat, co je podle vás orbital. Nejde o to dohledat a citovat přesnou definici, ale popsat třeba i velmi mlhavou vlastní představu.

Pojem atomový orbital se ve skutečnosti používá ve dvou rozdílných významech. Někdy se pod pojmem orbital myslí přímo *hustota pravděpodobnosti* nalezení částice v daném stacionárním stavu. Častěji se ale pod orbitalem myslí *„prostor", kde je pravděpodobnost nalezení elektronu „velká"*. Buď požadujeme, aby byla větší než nějaká hodnota (např. $|\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi)|^2 > 0,01$), nebo je tato oblast vymezena požadavkem, že celková pravděpodobnost nalezení elektronu v této oblasti má být např. 95%.

[2] Pro libovolné l dostáváme pro radiální hustotu pravděpodobnosti $\rho(r)$ vztah

$$\rho(r) = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} |R_{nl}(r)|^2 |Y_{lm}(\theta,\varphi)|^2 r^2 \sin\theta \,\mathrm{d}\theta \,\mathrm{d}\varphi =$$

$$= r^2 |R_{nl}(r)|^2 \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} |Y_{lm}(\theta,\varphi)|^2 \sin\theta \,\mathrm{d}\theta \,\mathrm{d}\varphi = r^2 |R_{nl}(r)|^2.$$

Při výpočtu jsme využili toho, že kulové funkce tvoří ortonormální systém při integraci přes plný prostorový úhel.

Tvar orbitalu si můžete zobrazit v programu `3D_orbitaly` pomocí grafu 3. Posunováním „posuvníku" vpravo od grafu se nastavuje limit pro velikost hustoty pravděpodobnosti. Místa, kde je tato hodnota vyšší, se vykreslí bíle a tvoří orbital (v tomto významu). Prostorový obrázek bychom, jak již dobře víme, získali roztočením tohoto řezu kolem osy z (svislé osy). Takže je vidět, že se často jedná o několik nesouvislých oblastí.

Na tomto místě bych vás chtěla důrazně varovat před obrázky v některých učebnicích či jiných textech. Často se za hustotu pravděpodobnosti nalezení elektronu vydává prostorový polární graf kulové funkce, což není správně! Navíc velmi často nejsou tyto prostorové grafy nakresleny správně - nerespektují válcovou symetrii. Také jsou často příslušné obrázky kresleny jen „od ruky", čímž se sice zachová přibližná poloha minim a maxim, ale již ne přesný tvar těchto funkcí.

A co na to chemici?

Celou dobu jsme pracovali s jednou množinou stacionárních stavů – bází prostoru všech stavů, ve kterých se elektron může v atomu vodíku nacházet. Protože energie závisí pouze na kvantovém čísle n (vůči kvantovým číslům l a m je degenerovaná), existují i takové kombinace „našich" stacionárních stavů, které mají také dobře definovanou hodnotu energie a jsou tedy také stacionární. To znamená, že lze vytvořit i jiné „stejně dobré" báze. Například chemici při vysvětlování podstaty chemické vazby často pracují s jiným systémem stacionárních funkcí. Proto *při prohlížení obrázků v chemických učebnicích je třeba jisté opatrnosti.*

8. Výsledky některých úloh

2.1.) a) $r \in (0, \infty)$ b) $\theta \in (0, \pi)$ c) $\varphi \in (0, 2\pi)$

2.3.) a) $\theta = \pi/2$, $\varphi = 0$ nebo $\varphi = \pi$ b) $\theta = \pi/2$, $\varphi = \pi/2$ nebo $\varphi = 3\pi/2$ c) $\theta = 0$ nebo $\theta = \pi$

2.4.) a) $\theta = \pi/2$ b) θ libovolná, $\varphi = 0$ nebo π c) θ libovolná, $\varphi = \varphi_0 \in (0, \pi)$ nebo $\varphi = \varphi_0 + \pi$

2.5.) a) povrch koule b) povrch kužele s vrcholem v počátku c) polorovina, osa z tvoří její hranici

2.6.) a) polopřímky vycházející z počátku b) polokružnice se středem v počátku a krajními body na ose z; kružnice v rovinách kolmých na z se středem na ose z; povrch koule

5.1.) Výsledek bude reálný a zmizí závislost na φ, tj. $|Y_{ml}(\theta,\varphi)|^2 = L^2_{ml}(\cos\theta)$.

5.2.) povrch kužele se středem v počátku

5.5.) roztočit kolem osy z, rotační nebo válcová symetrie

6.6.) pro $l = 0$ je nenulová

6.7.) $n - l - 1$

Dodatek – analytické vyjádření používaných funkcí

Radiální část $R_{n,l}(\rho)$, $\rho = \frac{r}{a}$, kde $a = 5,3 \cdot 10^{-11}$ m je Bohrův poloměr	Přidružené Legendrovy polynomy s argumentem $\cos\theta$, tj. $P_{l,m}(\cos\theta)$
$R_{1,0}(\rho) = 2e^{-\rho}$	$P_{0,0}(\theta) = \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{\pi}}$
$R_{2,0}(\rho) = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(1 - \frac{\rho}{2}\right)e^{-\frac{\rho}{2}}$	$P_{1,-1}(\theta) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{2\pi}}\sin\theta$
$R_{2,1}(\rho) = \frac{1}{2\sqrt{6}}\rho e^{-\frac{\rho}{2}}$	$P_{1,0}(\theta) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{\pi}}\cos\theta$
	$P_{1,1}(\theta) = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{2\pi}}\sin\theta$
$R_{3,0}(\rho) = \frac{2}{3\sqrt{3}}\left(1 - \frac{2}{3}\rho + \frac{2}{27}\rho^2\right)e^{-\frac{\rho}{3}}$	$P_{2,-2}(\theta) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{15}{2\pi}}\sin^2\theta$
$R_{3,1}(\rho) = \frac{8}{27\sqrt{6}}\rho\left(1 - \frac{1}{6}\rho\right)e^{-\frac{\rho}{3}}$	$P_{2,-1}(\theta) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{15}{2\pi}}\sin\theta\cos\theta$
$R_{3,2}(\rho) = \frac{4}{81\sqrt{30}}\rho^2 e^{-\frac{\rho}{3}}$	$P_{2,0}(\theta) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{5}{\pi}}(3\cos^2\theta - 1)$
	$P_{2,1}(\theta) = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{15}{2\pi}}\sin\theta\cos\theta$
	$P_{2,2}(\theta) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{15}{2\pi}}\sin^2\theta$
$R_{4,0}(\rho) = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{3}{4}\rho + \frac{1}{8}\rho^2 - \frac{1}{192}\rho^3\right)e^{-\frac{\rho}{4}}$	$P_{3,-3}(\theta) = \frac{1}{8}\sqrt{\frac{35}{\pi}}\sin^3\theta$
$R_{4,1}(\rho) = \frac{1}{16}\sqrt{\frac{5}{3}}\rho\left(1 - \frac{1}{4}\rho + \frac{1}{80}\rho^2\right)e^{-\frac{\rho}{4}}$	$P_{3,-2}(\theta) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{105}{2\pi}}\sin^2\theta\cos\theta$
$R_{4,2}(\rho) = \frac{1}{64\sqrt{5}}\rho^2\left(1 - \frac{1}{12}\rho\right)e^{-\frac{\rho}{4}}$	$P_{3,-1}(\theta) = \frac{1}{8}\sqrt{\frac{21}{\pi}}\sin\theta(5\cos^2\theta - 1)$
$R_{4,3}(\rho) = \frac{1}{768\sqrt{35}}\rho^3 e^{-\frac{\rho}{4}}$	$P_{3,0}(\theta) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{7}{\pi}}(5\cos^3\theta - 3\cos\theta)$
	$P_{3,1}(\theta) = -\frac{1}{8}\sqrt{\frac{21}{\pi}}\sin\theta(5\cos^2\theta - 1)$
	$P_{3,2}(\theta) = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{105}{2\pi}}\sin^2\theta\cos\theta$
	$P_{3,3}(\theta) = -\frac{1}{8}\sqrt{\frac{35}{\pi}}\sin^3\theta$

9. Závěrečný dotazník

Materiál „Orbitaly atomu vodíku" vzniká v rámci mého doktorského studia a jeho cílem je pomoci studentům pochopit a vytvořit si správnou prostorovou představu kulových funkcí a orbitalů atomu vodíku. Dovolím si vám položit několik otázek a požádat vás o jejich zodpovězení. *Abych mohla materiál vylepšit, velmi mi pomůže, když budete odpovídat pravdivě. Nebojte se kritizovat, ale i poukázat na věci, které považujete za přínosné. Vaše odpovědi budou zpracovány zcela anonymně.*

Velmi děkuji za vyplnění a odevzdání.

Zdeňka Broklová

1) *Odhadněte, kolik času jste tomuto materiálu a práci s programy věnovali:*

2) *Vyberte variantu, která je nejbližší tomu, jakým způsobem jste s materiálem pracovali*

a) Pracoval(a) jsem systematicky, své nápady a řešení jsem si psal(a) a kreslil(a).
b) Pracoval(a) jsem postupně, svá řešení jsem si jen promyslel(a), ale nezapisoval(a), občas jsem si zkusil(a) nakreslit nějaký obrázek.
c) Materiál jsem studovala(a) postupně, úlohy jsem ale příliš nepromýšlel(a), rovnou jsem si četl(a) vysvětlení.
d) Materiál jsem si pročetl(a), vyzkoušel(a) programy, vyřešil(a) několik vybraných úloh.
e) Materiál jsem zběžně prolistoval(a), pracovala(a) s programy, ale předložené úlohy neřešil(a).
f) Věnoval(a) jsem pouze pár minut materiálu či programům.
g) S materiálem, ani s programy jsem nepracoval(a), ani to neplánuji.
h) Můj přístup byl jiný:

3) *Na škále od 2 (perfektní) do -2 (hrozné) ohodnoťte:*

a) srozumitelnost zadání úkolů	2	1	0	-1	-2
b) srozumitelnost vysvětlení	2	1	0	-1	-2
c) celkový přínos	2	1	0	-1	-2
d) zábavnost a zajímavost	2	1	0	-1	-2
e) uspořádání a návaznost úkolů a výkladu	2	1	0	-1	-2

Prosím zdůvodněte svoji volbu slovně:

a)

b)

c)

d)

e)

3) *Pomohl Vám tento text a doprovodné programy se něco naučit nebo se v něčem zlepšit?* Jestliže ano, prosím, vyjmenujte konkrétní věci.

4) *Okomentujte výhody a nevýhody jednotlivých typů zobrazení.* Které vám vyhovovalo nejvíce a které naopak nejméně? (viz úlohy 4.7 a 5.8)

Zobrazení kulových funkcí a úhlové hustoty pravděpodobnosti

a) Kartézský graf

b) „Stínogram“

c) Polární graf

d) 3D polární graf

e) Intenzitou barvy na kouli

Celková hustota pravděpodobnosti

f) Rovinný řez

g) Sférický řez

5) Napadá Vás ještě nějaké *další zobrazení hustoty pravděpodobnosti nebo jednotlivých částí vlnové funkce*, které by vám pomohlo vytvořit si představu, jak tyto funkce vypadají?

6) *Napadá vás ještě nějaký jiný typ úkolu, který by mohl sloužit k lepšímu pochopení nebo ověření správné interpretace jednotlivých typů grafu?*

7) *Změnili byste něco v ovládání či na panelech jednotlivých programů?*

8) *Jakékoli další poznámky:*

Děkuji za vyplnění a odevzdání.

Zdeňka Broklová