

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE



RNDr. Irena Dvořáková

Fyzikální vzdělávání žáků a učitelů v projektu Heuréka

Katedra didaktiky fyziky MFF UK

Vedoucí disertační práce: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: f12 – Obecné otázky fyziky

Praha 2011

In memoriam Bohumil Bílý

Děkuji svému manželovi za podporu nejen při vedení seminářů Heuréky a psaní této práce.

Děkuji také všem kolegům, kteří se aktivně podíleli a stále podílejí na projektu Heuréka a tak přispívají k jeho rozvoji.

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 28. února 2011

Irena Dvořáková

Název práce: Fyzikální vzdělávání žáků a učitelů v projektu Heuréka

Autor: RNDr. Irena Dvořáková

Katedra: Katedra didaktiky fyziky MFF UK

Vedoucí disertační práce: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc., Katedra didaktiky fyziky MFF UK

Abstrakt: Disertační práce je věnována vzdělávání žáků a učitelů v projektu heuristické výuky fyziky Heuréka. Po úvodní části týkající se přehledu současného stavu problematiky u nás i ve světě je popsán vznik projektu, charakterizovány jeho základní zásady a uvedeny konkrétní příklady několika témat, na kterých je aplikace zásad do výuky fyziky ukázána. Na základě písemných prací, Lawsonova testu a dalších výsledků práce žáků je uveden vliv výuky fyziky podle tohoto projektu na žáky.

Významná část práce je věnována vzdělávání učitelů v projektu Heuréka. Jsou zde popsány metody i formy používané v tomto vzdělávání a charakterizován dopad vzdělávání na zúčastněné učitele.

V poslední kapitole práce jsou popsány mezinárodní kontakty již navázané a uvedeny možnosti jejich dalšího rozvoje.

K disertační práci jsou připojeny přílohy obsahující další ukázky metodických materiálů a materiálů týkajících se seminářů pro učitele. Na přiloženém DVD je uvedena ukázka vyučovací hodiny fyziky v 6. třídě.

Klíčová slova: projekt Heuréka, konstruktivismus ve výuce fyziky, vzdělávání učitelů fyziky.

Title: Physics education of students and teachers in the Heureka project

Author: RNDr. Irena Dvořáková

Department: Department of Physics Education, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague

Supervisor: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc., Department of Physics Education, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague

Abstract: This doctoral thesis is aimed at physics education of students and teachers in the Heureka project. The introductory part concerns the brief outline of the current state of physics education both in the Czech Republic and around the world. The next chapters describe the genesis of the project, characterize its main principles and give several examples of methodological sequences in which the application of these principles is shown. The impact of these ideas on students is illustrated by several school tests and the Lawson test, too.

The significant part of this thesis deals with the teacher training in the Heureka project. The methods and forms used are described and the impact is analyzed.

The international contacts and their development are mentioned in the closing chapter.

Several more examples of materials both for students' work and teachers' seminars are published in the appendices. The DVD with digital recording of one lesson is also attached.

Keywords: the Heureka project, the constructivist approach in physics learning, teacher training in physics.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	2
3. Teoretické koncepty ve vzdělávání.....	3
3.1 Teorie učení – východisko didaktických teorií.....	3
3.2 Soudobé teorie vzdělávání	5
3.3 Výuka založená na poznacích biologie učebních procesů.....	10
3.4 Konstruktivismus	11
3.5 Badatelsky orientovaný přístup	16
3.6 Přejchod od teorie k praxi	18
3.7 Co z toho plyne pro didaktiku fyziky	20
4. Role učitele ve výuce	22
4.1 Profesní kompetence učitele	22
4.2 Existuje dobrý učitel?	24
4.3 Didaktická znalost obsahu jako jádro učitelovy profesní činnosti	27
4.4 Role učitele při badatelsky orientované výuce	27
5. Příprava učitelů, další vzdělávání učitelů, podpora jejich práce.....	30
5.1 Jak vzdělávat učitele?	30
5.2 Příklady seminářů pro učitele v zahraničí.....	34
5.3 Další vzdělávání učitelů v České republice	35
5.4 Zdroje metodických materiálů	37
6. Co to je Heuréka	38
7. Historické kořeny a vývoj projektu	41
8. Základní myšlenky „vzdělávání podle Heuréky“	44
8.1 Myšlenkové a metodologické zásady	44
8.2 Zásady Heuréky jsou náročné, ale široce použitelné.....	48
8.3 Srovnání zásad Heuréky s dalšími pedagogickými přístupy	50
8.4 Charakter a organizace seminářů pro učitele	52
9. Uplatnění zásad – ukázky metodiky projektu Heuréka	53
9.1 <i>Vlastnosti látek</i> – scénář tří vyučovacích hodin.....	53
9.2 Komentáře k metodice výuky tématu <i>Vlastnosti látek</i>	63
9.3 Elektromagnetismus – ukázka zpracování tematického celku	66
9.4 Lodička v bazénku – ukázka laboratorní práce	68
9.5 Písemné práce – ukázka kontroly vědomostí.....	70
9.6 Dobrovolné domácí úkoly	82

9.7 Projekt Heuréka a klíčové kompetence	84
10. Vzdělávání učitelů v projektu Heuréka – semináře	90
10.1 Semináře pro nové zájemce	90
10.2 Konference „ <i>Dílny Heuréky</i> “	95
10.3 Společné semináře pro dlouholeté účastníky projektu	96
10.4 Regionální semináře	98
10.5 Semináře „Heuréka pro šťoury“	98
10.6 Semináře zážitkové pedagogiky	98
11. Vzdělávání učitelů v projektu Heuréka – další aktivity.....	100
11.1 Web a wiki Heuréky	100
11.2 Zahraniční zájezdy	101
11.3 Sborníky konference „ <i>Dílny Heuréky</i> “	103
12. Vzdělávání učitelů mimo projekt Heuréka	104
12.1 Semináře v pedagogických centrech.....	104
12.2 Příspěvky na konferencích.....	105
12.3 Publikace.....	105
13. Evaluace projektu Heuréka – žáci	107
13.1 Výsledky práce žáků.....	107
13.2 Lawsonův test	108
13.3 Experimenty pro mladší žáky	112
13.4 Zpětná vazba od žáků	112
14. Evaluace projektu Heuréka – učitelé	114
14.1 Dotazník pro učitele.....	114
14.2 Ohlédnutí po dvou letech.....	116
14.3 Zpětná vazba ze seminářů.....	118
14.4 Heuréka jako příležitost k vzájemné inspiraci	118
15. Kontakty na mezinárodní úrovni	120
15.1 Spolupráce se slovenskými učiteli.....	120
15.2 Prezentace Heuréky na mezinárodních konferencích.....	120
15.3 Kontakty se zahraničními učiteli fyziky	123
16. Závěr	126
Seznam obrázků.....	128
Seznam tabulek.....	129
Seznam použité literatury	130
Seznam vybraných vlastních publikací.....	138

Publikace v časopisech a příručkách	138
Příspěvky ve sbornících z konferencí (od roku 2005 do roku 2009).....	138
Publikace na webu, na Portálu RVP	140
Publikace ve sbornících mezinárodních konferencí	140
Seznam příloh	143
Příloha č. 1 – Tematický plán učiva fyziky	144
Příloha č. 2 – Elektromagnetismus. Ukázka zpracování tematického celku	145
Příloha č. 3 – Dobrovolné domácí úkoly z fyziky (článek [A2])	150
Příloha č. 4 – Úvodní test – seminář pro nové zájemce.....	153
Příloha č. 5 – Přehled témat – Semináře pro nové zájemce.....	154
Příloha č. 6 – Zajímavá matematika aneb „Boříme bariéry“	156
Příloha č. 7 – Program 1. a 2. semináře pro nové zájemce.....	163
Příloha č. 8 – Zpětná vazba ze seminářů pro nové zájemce	165
Příloha č. 10 – Program konference „Dílny Heuréky 2010“ a anotace dílen	168
Příloha č. 11 – Kopie úvodní stránky wiki Heuréky.....	172
Příloha č. 12 – Co dělají učitelé fyziky o prázdninách (článek [A5])	173
Příloha č. 13 – Problémové úlohy a experimenty (článek [A12])	178
Příloha č. 14 – Lawsonův test vědeckého uvažování	182
Příloha č. 15 – Poster na konferenci GIREP 2009.....	192
Příloha č. 16 – Dotazníky pro učitele	193

1. Úvod

Tato disertační práce se týká vzdělávání žáků a učitelů v projektu heuristické výuky fyziky Heuréka. Popisuje genezi vzniku projektu, jeho základní charakteristiky a současný stav vývoje.

Vznik práce byl ovlivněn snahou zachytit a podrobně popsat projekt, který začal jako soukromá iniciativa několika lidí začátkem 90. let a postupně se rozrostl až do současného stavu, kdy v něm je zapojeno více než 120 učitelů, pořádá konference s mezinárodní účastí a prezentuje svoje výsledky na mezinárodních konferencích nejen v Evropě. Přitom si však zachoval neformální charakter a přátelskou atmosféru na všech svých akcích. Projekt Heuréka se také podílí na vytváření sítě učitelů fyziky všech typů škol v České republice a na Slovensku.

V úvodních kapitolách práce jsou popsány výsledky částečné odborné rešerše ve třech oblastech. Nejdříve (ve 3. kapitole) jsou zpracovány základní teoretické koncepty týkající se vzdělávání jako takového, se specifickým důrazem na konstruktivistický a „inquiry-based“ přístup. Následující kapitola je věnována roli, jakou podle odborných publikací plní v procesu výuky učitel. Jsou zde také prezentovány některé výsledky výzkumu, na kterém jsem se společně s dalšími kolegy z KDF MFF UK podílela. V 5. kapitole jsou popsány některé důležité charakteristiky kvalitního dalšího vzdělávání učitelů a uvedeny konkrétní příklady seminářů pro učitele (opět se zřetelem na takové příklady, jejichž základní charakteristikou je konstruktivistický přístup).

Podstatnou část 6. kapitoly tvoří mapa myslí, která graficky znázorňuje všechny aspekty projektu Heuréka a pomáhá tak vytvořit si představu, co to projekt Heuréka je. Sedmá kapitola pak stručně popisuje historii vzniku projektu a jeho vývoj až do současné podoby.

Osmá kapitola obsahuje základní charakteristiky výuky podle projektu Heuréka a porovnání těchto charakteristik s některými pedagogickými přístupy uvedenými v rešerši.

V 9. kapitole jsou uvedeny příklady metodických materiálů, které jsou při výuce fyziky používány. Je zde uveden příklad zpracování dvou metodických celků (*Vlastnosti látek a Elektromagnetismus*), laboratorní práce a dobrovolných domácích úkolů. Na příkladu čtyř písemných prací je možné získat představu o požadavcích, které jsou na žáky kladeny a podle výsledků těchto písemných prací zjistit, jak žáci plnění těchto požadavků zvládají. V závěru této kapitoly je popsána sekvence úkolů, které používáme při výuce tematického celku *Elektrické obvody* a které přispívají nejdříve k uvědomění si jedné často se vyskytující prekoncepce (či miskoncepce) a poté k vytvoření a vyřešení kognitivního konfliktu v myslích žáků.

Desátá kapitola je věnována stěžejní části projektu Heuréka – různým typům seminářů pro učitele. Další aktivity Heuréky určené účastníkům projektu jsou popsány v 11. kapitole.

Kapitola 12. ukazuje různé způsoby, kterými se snažíme vzdělávat další učitele fyziky, kteří v projektu Heuréka zapojeni nejsou.

Obsahem následujících dvou kapitol je evaluace projektu – a to jak z pohledu žáků (13. kapitola), tak z pohledu učitelů (14. kapitola).

Závěrečná kapitola je věnována mezinárodním kontaktům, které účastníci projektu navazují s kolegy v zahraničí, a perspektivě jejich dalšího rozvoje.

V přílohách práce jsou zařazeny další materiály popisující metodiku projektu Heuréka a materiály týkající se vzdělávání učitelů. Na přiloženém DVD je sestříhaná ukázka jedné vyučovací hodiny fyziky vedené metodikou Heuréky.

2. Cíle práce

Jak již bylo řečeno v úvodu, disertační práce se týká dlouhodobého projektu, u jehož zdroje jsem stála, a jehož rozvoji jsem se věnovala prakticky souvisle po dobu uplynulých dvaceti let. Předkládaná práce je tedy příležitostí k důkladnější reflexi celého projektu, jeho výsledků a pozice v široké škále nejen českých snah o rozvoj fyzikálního vzdělávání.

Toto by bylo možno označit za nejobecnější cíl práce. Cíle práce lze samozřejmě vymezit konkrétněji. K těmto specifickým dílčím cílům patří:

- Popsat souvislosti projektu Heuréka se současnými trendy ve vzdělávání (včetně popisu moderních přístupů ke vzdělávání ve světě a různých aktivit ve vzdělávání učitelů).
- Shrnout a zhodnotit dosavadní výsledky projektu a identifikovat klíčové prvky, které jsou charakteristické pro tento přístup a jsou používané při výuce fyziky na školách i v dalším vzdělávání učitelů fyziky.
- Charakterizovat metodické materiály vytvořené pro potřeby učitelů (a to i těch učitelů, kteří nejsou zapojeni do projektu Heuréka), popsat metody a formy ve vzdělávání učitelů používané.
- Zhodnotit, jak vedení výuky fyziky podle projektu Heuréka přispívá k rozvoji nejen znalostí žáků, ale také kvality jejich myšlenkových operací.
- Reflektovat, jak účast na seminářích projektu Heuréka ovlivňuje přístup a postoje učitelů k výuce fyziky.
- Hledat další možnosti rozvoje tohoto přístupu jak na národní, tak na mezinárodní úrovni.

V návaznosti na poslední uvedený cíl je záměrem práce nejen přispět k lepšímu pochopení toho, proč je Heuréka dlouhodobě živým a rozvíjejícím se projektem, ale poskytnout i náměty a stimuly pro to, aby mohla dále pomáhat učitelům fyziky v jejich snahách o zlepšování jejich působení v oblasti fyzikálního vzdělávání.

3. Teoretické koncepty ve vzdělávání

Dříve, než se budu věnovat fyzikálnímu vzdělávání žáků a učitelů v projektu Heuréka, považuji za důležité popsat, jaké teoretické koncepty týkající se vzdělávání se v posledních několika desetiletích objevily ve světě i v České republice. Názory autorů se budu snažit vyjádřit stručně, jasně (pro případné čtenáře práce, jimiž mohou být učitelé) a pokud možno nezkráteně. Případné citace budu formátovat do odsazeného bloku textu.

Obecně se tzv. filosofií výchovy zabývá J. Průcha v knize *Přehled pedagogiky* [1]. Autor uvádí, že filosofie výchovy se (s omezením na prostředí školy) zabývá či by měla zabývat následujícími tématy a problémy:

- smysl a účelovost edukace (výchovy a vzdělávání)
- úloha školní edukace
- řízení a kontrola edukace
- obsah edukace
- hodnota edukace
- přístup k edukaci

Dále autor cituje J. Piačka (In [1], str. 48):

Smyslem edukačního filozofování je rozlišování mezi výchovnou realitou a tím, co si o realitě myslíme... Na iluzích, které si vytváříme o vychovatelích a vychovávaných, o podmínkách a cílech výchovy, je z filozofického hlediska nejpозорuhodnější to, že se těchto iluzí držíme houževnatěji než pravdy.

J. Průcha pak pokračuje (cituji):

Právě tento iluzorní obraz reality, jenž je příznačný pro „filozofování o výchově“, způsobuje, že filozofie výchovy jakožto disciplína pedagogiky je často vnímána jako něco, co klade zajímavé a mnohdy inspirující otázky, ale co je dost vzdáleno skutečnému vědeckému bádání o „edukaci v každodennosti“.

Filozofie výchovy tedy nepředstavuje jednotnou disciplínu, existuje v ní mnoho směrů a teoretických koncepcí. Různí autoři, kteří hledají určitý systém v mnoha publikovaných didaktických modelech, volí různé způsoby klasifikace, třídění. Jedním z těchto způsobů je porovnání podle teoretických východisek didaktických modelů, například podle jejich pojetí obsahů učiva a postupů, kterými se s těmito obsahy pracuje. Většina z didaktických teorií vychází z určitých teorií učení, neboť způsob, jak vyučujeme, vychází z našich představ o tom, jak se lidé učí. V následujícím textu uvedu některé klasifikace používané v pedagogické literatuře. Popis nebude zdaleka vyčerpávající, neboť různých klasifikací či teorií učení se v literatuře objevuje více – například teorie Mastery learning, která je uvedena např. v práci *Moderní pedagogika* [2]; teorie fenomenografie, popsaná v práci *Styly učení žáků a studentů* [3]; v americkém školství se projevují a navzájem kritizují tři směry filozofie vzdělávání – progresivismus, esencialismus a rekonstrukcionismus, jejichž představitelé v různých obdobích rozhodovali také o školním kurikulu [4], další teorie jsou uvedeny v práci *Instructional-Design Theories and Models* [5], aj.

3.1 Teorie učení – východisko didaktických teorií

V publikaci *Školní didaktika* [6] uvádějí autoři příslušné kapitoly E. Vyskočilová a D. Dvořák tři základní skupiny teorií učení a z nich vycházející *modely vyučování* (termín, který se v této klasifikaci používá místo termínu formy a metody výuky). Konkrétní školy či projekty vycházející z jednotlivých teorií učení uvedu u další klasifikace v článku 3.2.

1. Biologické a evoluční pohledy na učení a vyučování

Tyto teorie vycházejí z evoluční biologie. Zkoumají, jak a proč se u člověka vytvořil dostatečně stabilní systém předávání kultury. Předpokládají, že i v budoucnu studium lidského genomu a mozku přinese lepší porozumění člověku vůbec i konkrétně předpokladům, kterými je vybaven pro učení. Přinese také poznání biologicky daných možností našeho působení prostřednictvím vyučování.

Behaviorální modely vyučování, které z evoluční biologie vycházejí, vymezují učení jako „změněnou schopnost systému reagovat na podnět v důsledku předchozí zkušenosti“. Učitel tedy může změnami ve vnějším prostředí dosáhnout změn v chování žáka, ale i samotný žák může stejným způsobem dosáhnout změn ve svém vlastním chování. V případě, že žák porozumí cílům a přijme za své, tak se mu techniky vyvinuté behaviorální psychologií mohou stát prostředkem práce na vlastní osobnosti.

2. Podněty kulturních a sociálních věd

Do této skupiny lze zařadit kulturní a sociální antropologii, která začala nejdříve studovat exotické národy a společnosti, postupně však zaměřila svou pozornost i na naši vlastní kulturu a subkultury v ní existující.

V současnosti významně ovlivňuje teorie školního vzdělávání kulturní psychologie. Z ní vychází v našich podmínkách poměrně rozšířená teorie činnostního učení. Propagátoři činnostního učení soudí, že k rozvoji myšlení žáka včetně myšlení abstraktního vedou především požadavky vnějšího světa, tedy že nový způsob myšlení je důsledkem nových úkolů. Rizikem při aplikaci těchto přístupů je někdy zanedbání analýzy konkrétní činnosti – jako by každá činnost byla stejně dobrá, každá sociální interakce stejně přínosná. V konkrétní praxi se to může projevit tak, že do vyučování jsou zařazovány hry a aktivity mechanicky, aniž by fakticky stimulovaly rozvoj psychiky dítěte.

Personální (humanistické) modely vyučování vycházejí z respektování jedinečnosti každého člověka. Učení jedince pak spočívá v nalézání vlastní identity, v získávání sociální zkušenosti a v přebírání zodpovědnosti za sebe, druhé lidi a svět. Učitel musí být osobností, která dává žákům velký prostor pro spolurozhodování o vyučování a učení. Klíčovými slovy v těchto modelech jsou nedirektivní přístup, bezpodmínečně akceptující vztah, osobnost, svoboda, tvořivost.

Sociální modely vyučování vycházejí z předpokladu, že spolupráce a sociální interakce nejsou přínosem jen pro získání sociálních dovedností, ale významně podporují i kognitivní procesy. Základními metodami jsou skupinová a kooperativní práce, metoda hraní rolí, simulace aj.

Do této skupiny patří i zastánci sociálního konstruktivismu, kterému se budu věnovat v samostatné kapitole.

3. Podněty z technických oborů. Systémová analýza

Systémová analýza se významně uplatňuje při realizaci složitých technických úkolů, proto se objevila snaha zavést ji i do oblasti teorie a praxe vzdělávání.

Systémové myšlení používáme tehdy, jestliže si uvědomujeme, že každá změna, která postihuje určitý prvek systému, bude mít vliv na celý systém a jeho ostatní prvky. Systémové myšlení neoddeluje otázky *co učit* od otázek *jak učit a jak hodnotit*.

Systémová analýza stojí při přípravě a realizaci výuky na třech krocích: – zjištění potřeb a současné úrovně žáka, – formulování cílů, – návrh, realizace a hodnocení vyučování. Může být zajímavé si uvědomit, že bezprostřední činnost učitele se žákem je zde vlastně pouze

jedním ze tří pojmů v posledním bodu. Systémová analýza věnuje velmi mnoho pozornosti analýze potřeb vzdělávání a také stanovení a přesné formulaci cílů vyučování.

Objevují se však i námitky proti tomuto přístupu, například proti předpokladu, že má smysl studovat jediné systém jako celek. Vědomí provázanosti všech složek složitého systému, který lze jen těžko změnit, může brát chuť a odvalu k reformám, učitel si může připadat proti systému bezmocný.

Skupina **kognitivních (informačních) modelů** vyučování často vychází z přirovnání lidského učení k práci počítače nebo expertního systému. Učení je podle zastánců těchto teorií výsledkem řady procesů – např. tvorba strategií, automatizace, kódování informace, organizace informace. Za cíl učení a vyučování je považováno, aby si žák osvojil nové, efektivnější způsoby získávání a zpracování informací, tedy vlastně lepší způsoby učení a myšlení. Cílem tedy není jen získat poznatky, ale především naučit se lépe s těmito poznatky pracovat. Klíčovými pojmy jsou metakognice, operační myšlení, souvislosti, vývoj inteligence. Patří sem ale také různé jednoduché mnemotechnické pomůcky umožňující lepší zapamatování určitých faktů.

3.2 Soudobé teorie vzdělávání

Podobný pohled na teorie vzdělávání je uveden v knize Yvese Bertranda *Soudobé teorie vzdělávání* [7]. V této knize autor klasifikuje charakteristické přístupy ke vzdělávání na základě čtyř základních prvků.

1. subjekt (žák, student)
2. obsah (školní předměty, disciplíny)
3. společnost (svět, okolní lidé)
4. pedagogická interakce mezi těmito třemi prvky (učitel, média, technologie)

Bertrand vymezil sedm hlavních proudů, které je možné najít v současných teoriích vzdělávání. Jsou to: spiritualistické teorie, personalistické teorie, kognitivně-psychologické teorie, technologické teorie, sociokognitivní teorie, sociální teorie a akademické teorie.

Pokusím se zde krátce popsat základní charakteristiky těchto teorií a připojit k nim i popis toho, jak se podle mého názoru tyto vzdělávací teorie promítají do současného školství v České republice. Při zařazování českých projektů či škol do jednotlivých skupin jsem přitom vycházela z popisu jejich základních filosofických východisek a principů, jak jsou uvedeny na jejich webových stránkách.

1. Spiritualistické teorie

Tyto teorie se nazývají také metafyzické či transcendentální, zabývají se duchovním rozměrem a smyslem života.

Vzdělávání podle těchto názorů má vést k objevování smyslu života, k objevení vlastní identity a poslání. Vyučující musí být otevřený a zpřístupnit dítěti vhodné prostředí pro pochopení jeho vztahu k univerzu, vést dítě k radosti a potěšení z učení.

V českém prostředí z těchto teorií podle mého názoru vycházejí waldorfské školy [8] a samozřejmě různé církevní školy [9].

2. Personalistické teorie

Vzdělávání, které se soustřeďuje na osobnost vzdělávaného subjektu, vzniklo jako reakce na systémy, které se příliš orientovaly na vyučování předem daných obsahů.

Personalistické teorie, které jsou rovněž nazývány humanistickými, nedirektivními, organickými, svobodnými nebo otevřenými, se opírají hlavně o pojem lidského já a o pojmy

svobody a autonomie osoby. Společným prvkem personalistických teorií je tedy podpora subjektivity, svobody a tvořivosti žáka. Úkolem učitele ve vztahu k žákům je usnadňovat učení, vést dítě k jeho seberealizaci. Ve školní praxi zastánci těchto teorií volí obvykle přístupy s volnějším stupněm vnější organizace.

Domnívám se, že v českém vzdělávacím systému mezi školy vycházející z personalistické teorie patří hlavně mateřské a základní školy založené na Montessori pedagogice [10] a školy využívající principy Otevřeného vyučování [11].

3. Kognitivně psychologické teorie

Tyto teorie zdůrazňují procesy učení a stav dosavadního poznání žáka. Učitel by měl počítat s tím, jaká je úroveň poznatků, jimiž žák již disponuje (jeho prekoncepce), jaké jsou jeho styly učení a zpracovávání informací, jaká je úroveň jeho chápání.

Osvojování poznatků je výsledkem vlastní kognitivní činnosti žáka, který konfrontuje nové informace se svými dosavadními poznatky a vytváří si nové souvislosti a významy. Vlastní činnost žáka tak získává podstatné místo v procesu poznávání – to on si třídí, analyzuje a organizuje data a zařazuje je do nových kontextů, čili se na svém poznávání aktivně podílí.

Učitel nabízí žákovi takové situace, v nichž může uplatnit své nové poznatky a vyzkoušet si jejich použitelnost i jejich meze. Je zřejmé, že úloha učitele v tomto procesu je zcela nezastupitelná. Na učiteli závisí výběr předávaných informací, jejich uspořádání, postup a řízení práce žáků i organizace podmínek jejich učení. Učí se však žák sám, na základě svých myšlenkových struktur, intuitivních přístupů a vlastních poznávacích prekonceptů, které mohou být v souladu, ale i v konfliktu s vědeckým poznáním prezentovaným ve škole.

Mezi tyto teorie bych zařadila různé projekty založené na principech konstruktivismu – Tvořivá škola [12], návrh konstruktivistického přístupu ve vyučování matematice [13] a [14], ale patří sem podle mého názoru i výuka založená na principech Kritického myšlení [15]. Do této skupiny přístupů k učení řadíme i výuku podle Heuréky, jejíž základní zásady budou popsány v kapitole 8.1.

4. Technologické teorie

Cílem těchto teorií je zlepšit kvalitu výuky a vyučovacích metod za pomoci nových technologií. Slovem technologie jsou zde myšleny nejen nástroje, přístroje apod., ale také postupy, systémy a metody výuky. Technologické teorie kladou důraz na plánování a organizaci vzdělávacích procesů, na používání moderních multimediálních technologií. Naopak kriticky se staví k humanistickým teoriím vzdělávání a v krajním pojetí dospěly až k určitému zpochybnění role učitele ve vzdělávání.

V českém školství se prvky těchto teorií projevují ve zdůrazňování důležitosti využívání moderních technologií v běžné výuce (zvláště z důvodu zvyšování motivace žáků k učení a zvyšování efektivity výuky). Moderní technologie jsou dnes běžné na většině škol. Učebny bývají vybaveny počítači s dataprojektory, interaktivními tabulemi či dalšími multimediálními zařízeními. Mnozí učitelé využívají ve své výuce digitální fotoaparáty, videokamery, GPS a mnoho dalších technických zařízení.

Díky moderním technologiím se v současné době značně rozvíjí také distanční vzdělávání prostřednictvím různých forem e-learningu. Mnohé školy komunikují se žáky prostřednictvím internetu či využívají různé výukové systémy typu Moodle. Elektronická komunikace je využívána také například při vzdělávání zvědavých a nadaných žáků ve věku 13 – 19 let v projektu Talnet [16].

Je však třeba zmínit, že i ve vzdělávání pomocí internetu (Web-Based Instruction) se objevují snahy využít prvky konstruktivismu. V článku [17] autor předkládá náměty a strategie použitelné při přípravě e-learningového kursu založeného na konstruktivistickém přístupu k výuce.

5. Sociokognitivní teorie

Představují širokou oblast teorií vzdělávání, které zdůrazňují společenské a kulturní dimenze vzdělávacího procesu. Ukazují a dokládají význam velkého množství sociálních faktorů, které mají významnou roli ve vyučování, jako je vliv spolužáků, vliv osobnosti učitele, sebepojetí žáka, jeho vztah k rodičům a ke společnosti, jeho kulturní zázemí a sociální faktory, které mohou ovlivňovat jeho vztah ke vzdělání.

Do naší současné pedagogiky z této oblasti pronikla zejména teorie kooperativního učení. Zásady kooperativního učení podle H. Kasíkové [18] jsou: – úspěch jednotlivce je vázán na úspěch druhého; – interakce tváří v tvář jako podpora komunikace (práce v malých skupinách); – podpora každého jednotlivce ve skupině; – vedle věcného učiva jsou cílem i sociální dovednosti.

6. Sociální teorie

Zastánci této teorie vnímají vzdělávání jako nástroj přeměny společnosti, řešení problémů sociálních, kulturních a problémů životního prostředí. Užívají různé přístupy, z nichž k nejdůležitějším patří výchova ke kritickému myšlení, vysoký podíl žáků na dění ve třídě i ve společnosti. Výuka je oproštěna od pocitů soutěživosti, frustrace či zvýhodňování některých žáků a probouzí v žácích a studentech spíše pozitivní pocity. Měla by být multikulturní a reflektovat kulturní a sociální podmínky, v nichž žáci žijí a brát ohled na kulturní, sociální a jazykové rozdíly. Důležitým prvkem výuky je i projektové vyučování, vytváření pracovních týmů zaměřených na řešení praktických problémů.

V českých školách se s praktickou aplikací této teorie vzdělávání setkáváme například v programech Začít spolu [19] a Globální výchova [20].

7. Akademické teorie vzdělávání

Tyto teorie kladou důraz především na obsah vzdělání a definují charakter obecného vzdělání, které by žákovi umožnilo stát se široce kultivovaným člověkem. Dvěma hlavními proudy v akademických teoriích jsou koncepce tradicionalistické a koncepce generalistické.

Tradicionalistické teorie hlásají návrat k minulosti, požadují, aby obsahem výuky byl souhrn poznatků označovaný jako klasické či tradiční vzdělání.

Generalistické teorie zdůrazňují všeobecné vzdělání. Toto vzdělání má přispět k rozvoji kritického myšlení, otevřenosti ducha, chuti bádát. Mělo by u žáků rozvíjet filosofii, literaturu, etiku, logiku. Zastánci těchto teorií soudí, že dnešní mladí lidé nemají dostatečné všeobecné vzdělání a neučí se přemýšlet, neumějí dobře číst a psát, nemají historické znalosti a neznají etické a mravní principy. Preferují takové hodnoty jako je disciplína, vytrvalá práce, úcta k tradici a také smysl pro občanskou zodpovědnost. Současnou školní výuku považují za přehnaně a předčasně specializovanou a nesměřující k otevřenosti ducha a intelektuální zvědavosti.

Akademické teorie zdůrazňují nutnost vysoké kvality vzdělávání, a to i na úrovni základního vzdělávání. Odmítají alternativní školy založené na preferenci svobody žáka. Vycházejí z přesvědčení, že žáci jsou ve škole proto, aby se učili, a nikoliv aby projevovali svoji svobodu. Úkolem vyučujícího je předávání daných obsahů a úkolem žáka je jejich přijímání. Nezbytná

je zde dobrá příprava učitelů, protože učitel bez kvalitního klasického vzdělání by nemohl předávat svým žákům podstatu kultury.

V českém prostředí patří mezi výrazné kritiky reformy ve vzdělávání J. Bečvář. Například článek *Matematika, vzdělanost a vzdělávání* [21] je zaměřen na (citují):

... kritiku některých současných jevů ve školství a vzdělávání – všestranně snižování požadavků, soustavné reformování, zatracování faktografických znalostí a důsledného procvičování dovedností, úpadek vyjadřovacích schopností, nedůslednosti ve výchově studentů i doktorandů atd.

Mnoho článků kritizujících přílišné reformování českého školství lze nalézt i na webových stránkách [22].

Z akademických teorií ve vzdělávání vychází také transmisivní vyučování založené na předávání informací, které je častou metodou výuky na českých školách.

V předchozím textu jsem uváděla konkrétní příklady projektů či škol, které vycházejí z jednotlivých filozofických směrů a proudů, a můžeme je v našem školství v současné době najít. Zajímavý výsledek nám však může dát i pohled na **vývoj vzdělávání** (speciálně přírodovědného) v českých zemích. Jak uvádějí autoři článku [23], můžeme v českých zemích v posledních zhruba 250 letech pozorovat několik vývojových etap přírodovědného vzdělávání. Autoři přitom pro tyto etapy používají pojem paradigma jako „*souhrn základních předpokladů, přístupů, obsahů, cílů a prostředků, jimiž je přírodovědné poznání dané doby transformováno do edukační reality*“.

V článku [23] jsou uvedena a charakterizována následující paradigmatu přírodovědného vzdělávání v českých zemích:

- Paradigma **practicistního zaměření přírodovědného vzdělávání** (můžeme ho zařadit přibližně do 2. poloviny 19. století), jehož cílem bylo vytvořit u žáků kompetence pro praktický život v tehdejší společnosti.
- Paradigma **přírodovědného vzdělání jako studia přírody**, které bylo dominujícím přístupem v době před 1. světovou válkou, a jehož hlavním cílem bylo vytvořit u žáků pozitivní vztah k přírodě prostřednictvím studia rostlin a živočichů v místním okolí školy. Teoretické poznatky byly předávány pouze ve velmi redukované a zjednodušené podobě.
- Paradigma **přírodovědného vzdělávání jako elementární přírodovědy** bylo alternativním přístupem k výše uvedenému paradigmatu jako studiu přírody. Vlastní zkušenost a vlastní aktivita žáků byla potlačována ve prospěch pochopení již objeveného a přijetí určených teoretických poznatků. Byl potlačován činnostní a badatelský charakter výuky. Byly zdůrazňovány teoretické poznatky přírodních věd a rozsáhle používán matematický aparát. Autoři uvádějí, že zde je patrně možné hledat prvotní příčiny současné neoblíbenosti přírodovědných předmětů. Toto paradigma přetrvávalo až do 50. let minulého století souběžně s pragmaticky orientovaným paradigmatem.
- **Pragmatické paradigma přírodovědného vzdělávání** navazuje přibližně od 20. let minulého století na paradigma studia přírody. Díky pragmatické pedagogice, která přikládá velký význam vlastní zkušenosti žáka („*learning by doing*“), se těžiště přírodovědného vzdělávání postupně přesouvalo od faktů k metodám systematické vědecké práce.
- **Polytechnické paradigma přírodovědného vzdělávání** vzniklo po 2. světové válce jako důsledek velkého rozvoje techniky a technologií (se kterým souvisí mj.

i počátek dobývání kosmu). Cíle přírodovědného vzdělávání v této době vycházely přímo z vědních oborů a nezabývaly se problémy běžného života či individuálními potřebami žáka. Vzdělávací obsah tedy nebyl vybírán s ohledem na potřeby dítěte, ale vycházel přímo z vědeckých disciplín. Důsledkem byla snaha o rychlý přenos co největšího množství vědeckých poznatků do učebnic a do myslí žáků, aniž by byla věnována pozornost způsobům, jakým si žáci tyto poznatky budou osvojovat. Rozvíjel se tedy transmisivní model vedení výuky.

- **Humanistické paradigma přírodovědného vzdělávání** se objevilo jako reakce na polytechnické paradigma v 70. letech 20. století hlavně v angloamerických zemích. Bylo založeno na humanistické psychologii a formováno i sílícími náboženskými vlivy a vznikajícími kreacionistickými teoriemi. Přírodovědné vzdělávání v té době ztratilo svoji prioritu, došlo ke snižování rozsahu učiva ve prospěch osobnostně orientovaných předmětů. Orientace na žáka a jeho potřeby vedla podle autorů článku ke snížení schopností žáků pracovat s vědeckými poznatky a využívat je pro řešení praktických problémů a v konečném důsledku až k degradaci kognitivního úsilí žáků.
- **Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání**, které se ve stejné době rozvíjelo spíše v zemích sovětského bloku, navazovalo ve větší míře na polytechnické paradigma. V přírodovědných předmětech prosazovalo vysokou míru abstrakce a matematizace. Výuka přírodovědných předmětů se řídila striktními osnovami a byla orientovaná hlavně na dosahování kognitivních cílů. Vzhledem k tomu, že s požadovanou vysokou mírou abstrakce děti daného věku často ještě nejsou schopny pracovat, vedla výuka často k mechanickému zapamatování faktům bez pochopení souvislostí. Rozsah učiva nebyl adekvátní ani časové dotaci ani rozvoji myšlenkové úrovně žáků. Důsledkem působení scientistického paradigmatu je podle autorů neoblíbenost přírodovědných předmětů a malý zájem o další studium přírodních věd.
- V současné době procházíme obdobím **hledání nových paradigmat přírodovědného vzdělávání**, neboť jak humanistické, tak scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání začalo koncem 80. let 20. století procházet krizí. Tato paradigmatu postupně dosluhují, aniž jsou však nahrazována novým paradigmatem odpovídající závažnosti. Přírodovědné vzdělávání bude muset v nejbližší budoucnosti podle autorů článku řešit následující komplexní témata: – globální ekologické otázky a problémy; – vztah mezi vědou či technikou a společností; – výběr klíčových pojmů a stěžejních témat, která by měla být zařazena do učiva, a naopak určení, které pojmy a která témata mohou být redukována; – rozvoj interdisciplinárního myšlení. Autoři dále formulují svoji představu soudobého **multidisciplinárního paradigmatu přírodovědného vzdělávání**. Tento model by měl žákovi umožnit lépe porozumět reálnému světu a současně rozvíjet dovednosti používání vědeckých metod zkoumání přírodních jevů. Metody používané při výuce by měly u žáků rozvíjet schopnost klást otázky, vyhledávat důkazy pro jejich tvrzení a vytvářet racionální argumenty. Tento trend orientace na kompetence a multidisciplinaritu se objevuje i v základních dokumentech, kterými se v současné době řídí naše školství – v rámcových vzdělávacích programech.

Závěrem tohoto stručného přehledu je možno říci, že každý z uvedených přístupů a teorií má své přednosti i rozpory, šance i rizika. Učitel, který hledá svoji cestu ke kvalitní výuce, může z těchto teorií vycházet, vybírat si z nich to, co považuje pro svoji práci za důležité a volit si takovou cestu ve vzdělávání žáků, kterou považuje za optimální. Přitom však si učitel z různých teorií nemůže odvozovat sám veškeré praktické postupy, jak konkrétně v dané

situaci jednat, a ve své výuce je všechny průběžně zkoušet. Potřebuje být vybaven zásobou vyzkoušených modelů jednání, vzorových postupů, námětů na konkrétní činnosti, které však nejsou dogmativní, ale umožňují učitelům je tvořivě aplikovat. V kapitole 3.6 uvedu některé možnosti, jak lze teoretické postupy převést do konkrétní praxe.

3.3 Výuka založená na poznacích biologie učebních procesů

Významné poznatky pocházejí z prací, které jsou věnovány zkoumání biologických procesů probíhajících v mozku v souvislosti s učením.

3.3.1 Rozvoj mozku a souvislost s vědeckým myšlením

Pro výuku fyziky je zajímavý obsáhlý článek [24], ve kterém se autoři věnují otázce, jak souvisí růst mozku s rozvojem vědeckých rozumových schopností během adolescence. Ověřují hypotézu, podle které zrání prefrontálních laloků společně s rostoucí psychickou a sociální zkušeností během dospívání umožňuje zlepšení schopnosti vědeckého myšlení studentů.

Pokud je tato hypotéza správná, mělo by měření prefrontální aktivity a schopnosti vědeckého myšlení prokazovat plató u třináctiletých, možná i čtrnáctiletých studentů a prudce narůstat u starších studentů.

Cílem výzkumu tedy bylo ověřit teorii, že porozumění teoretickým pojmům (v tomto případě tlaku vzduchu) jako výsledek výuky vědeckými metodami závisí také na rozvoji hypoteticko-deduktivních rozumových schopností, avšak rozvoj tohoto typu myšlení závisí částečně také na dozrávání mozku prefrontálního laloku v souvislosti s dospíváním.

Do výzkumu bylo zařazeno osm skupin studentů ve věku od 13 do 17 let, celkem 210 studentů. Studenti nejdříve řešili několik pretestů, které zkoumaly jejich rozumové schopnosti (řešili mimo jiné i upravený Lawsonův test, viz kapitola 13), v jednom z testů také studenti odpovídali na otázky týkající se tlaku vzduchu.

Poté studenti absolvovali 14 dvouhodinových „inquiry-based“ lekcí, ve kterých byla použita výuka pomocí tzv. učebních cyklů. Nejprve byli studenti seznámeni se metodikou vědeckého výzkumu (t.j. příčinná otázka – alternativní hypotézy – plán testu – očekávané výsledky – provedení testu – skutečné výsledky – závěry). V dalších lekcích pak studenti aplikovali vědeckou metodu na vytváření a ověřování hypotéz, týkajících se problémů souvisejících s tlakem vzduchu.

Po této výuce studenti absolvovali post-testy zjišťující, zda se zlepšila jejich schopnost vědeckého myšlení. Výsledky všech testů byly statisticky zpracovány.

Pro účely mé práce je zajímavé zjištění, že původní hypotéza byla ověřena. Schopnost vědeckého myšlení roste s věkem, s výrazným nárůstem po 14. roce věku (rozdíly mezi 13 a 14letými studenty nebyly statisticky významné).

Autoři dále popisují, co je potřeba, aby student zamítl nesprávnou hypotézu (někdy včetně miskoncepcí) a přijal vědecky správnou hypotézu. Zdá se, že musí na počátku potlačit své původní přesvědčení. Jinými slovy – student musí být ochoten připustit, že jeho počáteční představy mohou být špatné a že je potřeba je testovat. Potom si musí v mysli vytvořit model poněkud abstraktních či imaginárních prvků (v tomto případě pohybujících se a srážejících se molekul) a pak pochopit (přijmout) argumenty *jestliže – potom* úvah.

Na závěr pak autoři uvádějí doporučení pro výuku. Doporučují, aby výuka probíhala postupně od konkrétního myšlení k abstraktnějším módům. Aby umožnila studentům nejdříve vytvářet a ověřovat hypotézy ve známém kontextu a postupně zvyšovala náročnost až k méně známým

a teoretickým problémům. Předběžné výsledky výzkumu naznačují, že tento přístup vede k menší frustraci studentů a k jejich lepšímu porozumění.

Stejní autoři se věnovali i výzkumu otázky, jak je rozvoj funkcí prefrontálního mozku ovlivněn způsobem výuky. V článku [25] popisují výzkum, ve kterém po sérii pretestů byli studenti náhodně rozděleni do dvou skupin. Jedna skupina řešila fyzikální problémy týkající se poměrového myšlení pouze teoreticky – prováděla výpočty a dostávala slovní komentář o správnosti výpočtů, druhá skupina mohla manipulovat s předměty, přelévát vodu do různých širokých odměrných válců, atd. V průběhu výzkumu byla ověřena původní hypotéza, a bylo zjištěno, že tato druhá skupina měla výrazně lepší výsledky v post-testech.

Z uvedených výzkumů autoři dělají závěr, že výuka, která umožňuje žákům manipulaci s reálnými předměty a vede je k formulování a ověřování hypotéz, významně rozvíjí jejich vědecké myšlení.

3.3.2 Pravidla biologie učebních procesů

Poněkud kontroverzní přístup ke vzdělávání můžeme najít v knize F. Vestera „*Myslet, učit se... a zapomínat?*“ [26]. Autor zde vychází ze znalostí biologických procesů probíhajících v mozku a na jejich základě dokazuje nesprávnost mnoha zavedených a tradičních školských postupů.

První tři kapitoly pojednávají o vývoji a fungování našeho mozku se zřetelem k učení a paměti. Čtvrtá kapitola je nazvaná *Katastrofa školní praxe* a má podtitul *Psychologické a pedagogické strategie vyučování nerespektují biologické zákony*. V této kapitole autor postupně rozvíjí svůj komplexní model biologicky zakotveného učení. Ukazuje nejen, co všechno je ve školách podle jeho názoru špatně, ale i zásady, které respektují fungování našeho mozku, a také jejich uplatnění v praxi. Pátá kapitola je o hře jako o nejlepším způsobu učení. V příloze jsou pak uvedeny testy, které se týkají učebního typu a paměti a také 13 pravidel z biologie učení ([26], str. 140):

- Znalost cíle
- Smysluplný přehled
- Zvědavost kompenzuje obavy z nové látky
- Nové ve starém balení
- Přehled je základem, potom přijdou podrobnosti
- Vyhybat se vzájemnému křížení, střetávání
- Nejdříve vysvětlení, potom odborný název
- Doplnkové asociace
- Zábavné učení a opakování látky
- Několik možností vnímání
- Spojení s realitou
- Opakování nové informace
- Těsné propojení

3.4 Konstruktivismus

Konstruktivismus je v současné době jedním z nejvíce propagovaných a používaných konceptů výuky. Nejedná se však o jediný, přesně definovaný směr. Podle *Pedagogického slovníku* [27] je konstruktivismus (citují)

„široký proud teorií ve vědách o chování a sociálních vědách, zdůrazňující jak aktivní úlohu subjektu a význam jeho vnitřních předpokladů v pedagogických a psychologických procesech, tak důležitost jeho interakce s prostředím a společností“.

Dále autoři rozdělují konstruktivismus do několika proudů

- Kognitivní konstruktivismus (vycházející z výzkumů J. Piageta, J. S. Brunera)
- Sociální konstruktivismus (mezi hlavní představitele patří A. Bandura, L. S. Vygotskij).

Podle autorů slovníku pak v praxi dochází k syntéze obou uvedených pojetí v pedagogickém hnutí, které prosazuje ve výuce řešení problémů ze života, tvořivé myšlení, práci dětí ve skupinách a méně teorie a drilu. Pojem konstruktivismus je však používán i v jiných oborech – sociální konstruktivismus je významným směrem soudobé sociologie, radikálně konstruktivistické teorie mají ohlas v tzv. systemickém přístupu, který proniká do pedagogicko-psychologického poradenství. Těmto dalším oborům se však věnovat nebudu.

Obsáhlý rozbor teoretických východisek konstruktivismu, jeho různých proudů, ale i konfrontaci s odpůrci konstruktivismu uvádí autor ve stati [28]. Nebudu zde rozebírat tento článek, neboť autor neuvádí nějaká konkrétní doporučení pro výuku a teoretický rozbor konstruktivismu není cílem mé práce. Uvádím zde tento článek proto, že ho považuji za významný pro pedagogickou teorii. Případní zájemci se mohou seznámit přímo s originálním textem.

V roce 2005 byla vydána bibliografie publikací *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání* [29]. Autoři zde shromáždili několik set publikací s krátkými anotacemi. Jde o publikace knižní i časopisecké, včetně publikací ve sbornících z konferencí a publikací, které jsou dostupné na webu v elektronické podobě. Z jazykového hlediska je výběr omezen na publikace v českém a slovenském jazyce, v anglickém jazyce a v německém jazyce. Bibliografie může sloužit jako zdroj podkladů pro další vědecké práce.

Podle publikace *Školní didaktika* [6] se konstruktivismus někdy vymezuje jako snaha o překonání transmisivního vyučování, jež je chápáno jako předávání definitivních vzdělávacích obsahů žákům, kteří jsou přitom odsouzeni do pasivní role jejich příjemců. Podle konstruktivistů žáci sami konstruují významy a porozumění smyslu, když aktivně pracují s předloženými informacemi a zkušenostmi. Tato výstavba je navíc výrazně ovlivněna předchozími žakovými zkušenostmi.

Autoři v této publikaci však uvádějí, že transmisí a konstrukcí poznání není nutno stavět do opozice. Je možné rozlišovat *fundamentální poznání*, které je vždy subjektivně konstruované, a *odvozené poznání*, které je představováno fakty, které přejímáme bez re-konstrukce.

Proces konstrukce či re-konstrukce poznání mívá dvě fáze. První zahrnuje zkoumání nového předmětu nebo myšlenky a vede někdy k rozporu se žakovou předchozí zkušeností, druhá pak je řešením tohoto rozporu a často si žádá změnu dosavadního pojetí či představ. Konstruktivistické vyučování se často pokouší vyvolat vědomí problému, pocitu napětí mezi dosavadní představou a novou informací nebo zkušeností. Předpokladem je začít diagnostikou intuitivních představ dítěte o daném jevu, a pak mu poskytnout zkušenosti, které vedou ke *kognitivnímu konfliktu* s danou představou. Aby byl kognitivní konflikt vyřešen, musí dítě konstruovat nebo nalézat nová řešení.

Zkoumání dosavadního poznání, jež si dítě z každodenního života do školy přináší, a možnosti jeho ovlivnění výukou jsou velmi často předmětem různých výzkumů. Pro toto neucelené dětské poznání světa se používají pojmy *miskoncepce* či *naivní teorie dítěte*, které v sobě obsahují jisté odsouzení či znevážení. Proto budu ve své práci používat pojem *prekoncepce*. Prekoncepce zobecňují minulou zkušenost a zároveň umožňují předpovídat

budoucnost, čímž nám pomáhají orientovat se v životě. Jsou tedy nutnou podmínkou učení, ale současně mohou představovat překážku v dalším učení.

K tomu, aby došlo k re-definici nesprávných představ, je nezbytný postupný a dlouhodobý proces změny, k němuž je nutná velká trpělivost učitele i žáka. Bohužel však běžné školní úlohy často umožňují žákům, aby pracovali formálně, bez hlubšího porozumění principům, faktům, vzorcům. Tyto povrchové, formální znalosti se poznají například až tehdy, když má žák předem odhadnout výsledek, udělat kvalitativní úvahu, apod. Popisu žakovských prekonceptů a námětů, jak s nimi při výuce pracovat, je věnován článek *Žakovské prekoncepte ve výuce fyziky* [30]. Autor zde uvádí tři základní výukové postupy jejich využívání a ovlivňování: – diskuse analogií, – poznatkový konflikt, – autoreflexivní aktivní učení se žáka. Ke všem těmto postupům jsou uvedeny konkrétní příklady.

Podrobně se konstruktivismu věnují autoři již zmíněného článku *Konstruktivismus ve vyučování matematice* [13]. Článek je podle mého názoru zajímavý i tím, že kromě teoretických partií k prostudování zadávají autoři čtenáři textu i samostatné úkoly k přemýšlení nebo vyzkoušení a v závěrečné části popisují různé případy z praxe. V teoretické části autoři uvádějí soudobé teorie vzdělávání podle Bertranda, popisují kritéria rozlišení formálních a v protikladu k nim funkčních znalostí. Podrobně jsou zde také popsány konstruktivistické didaktické postupy a charakterizovány různé myšlenkové proudy uvnitř konstruktivismu (radikální, kognitivní, sociální, didaktický, realistický konstruktivismus). V článku je dále rozebrána problematika prekonceptů a kognitivního konfliktu. Velmi přehledně je v článku charakterizováno základní pojetí transmisivního vyučování a vyučování orientovaného na žáka (tabulka na straně 31 textu článku [13], cituji).

Tradiční (transmisivní) přístup	Přístup orientovaný na žáka
Škola předává dětem především vzdělání jako výsledný produkt, který je nutno si osvojit v hotové podobě.	Škola připravuje děti pro život a vzdělávání je považováno za proces, který nikdy nekončí.
Obsah vzdělání je určován zvnějšku, je předkládán v oddělených předmětech a důraz je kladen především na osvojení si vědomostí.	Na rozhodování o obsahu vzdělání se podílejí všichni zainteresovaní (odborníci, pedagogové, rodiče, děti) je integrován do smysluplných celků a důraz je kladen na osvojení klíčových kompetencí.
Nové poznatky jsou cílem, kterého je třeba dosáhnout a které předkládá učitel prostřednictvím učebnic.	Nové poznatky jsou nástrojem k porozumění sobě i okolnímu světu, děti si je budují samy, učitelé jsou partnery podporující učení a nabízející práci s mnoha zdroji.
Učitelé nesou odpovědnost za dění ve třídě, určují pravidla a kontrolují, jsou v ní hlavní autoritou a představují roli „předavatelů“ informací.	Pravidla pro práci a chování ve třídě tvoří učitel společně s dětmi, každý nese odpovědnost za své chování a učitelé jsou „průvodci“ na cestě za vzděláním, kteří dítě respektují.
Dítě je považováno za pasivního příjemce, za „čistý list papíru“, na který je třeba vepsat informace.	Dítě je chápáno jako aktivní tvůrce a samostatně myslící bytost, která si konstruuje vlastní poznávání na základě svých zkušeností svým vlastním způsobem.

Učitel vyučuje celou třídu stejným způsobem, většinou frontálně, děti plní příkazy učitele, pracují převážně individuálně.	Učitel nabízí dětem možnost práce různým způsobem, respektuje jejich individuální rozdíly, děti mohou pracovat individuálně, ve dvojicích, ve skupinách. Mají možnost si pomáhat a spolupracovat.
Komunikace s rodiči je vyhrazena pro případy, kdy je třeba informovat o výsledcích dítěte nebo pokud se objeví nějaký problém, škola žije svým vlastním životem.	Rodiče jsou považováni za partnery učitele, jsou ve škole vždy vítáni a očekává se jejich účast na školním vzdělávání dítěte.
Hodnocení je zcela v kompetenci učitele a je založeno na porovnávání úspěšnosti dítěte s ostatními dětmi prostřednictvím známek.	Hodnocení zachycuje individuální pokrok každého dítěte, podílejí se na něm i děti, které společně s učitelem formulují požadavky (kritéria) hodnocení.

Tab. 1 Porovnání dvou přístupů vzdělávání (podle [13])

Dále autoři formulují *Desatero didaktického konstruktivismu* a pět tezí popisujících podnětnou (konstruktivistickou) výuku. Ke každé tezi pak uvádějí konkrétní příklad z praxe, který tuto tezi ilustruje. Přestože se zde jedná o výuku matematiky, domnívám se, že těchto pět tezí je velmi dobře použitelných i pro výuku fyziky (cituji):

1. Učitel probouzí zájem dítěte o matematiku a její poznávání.
2. Učitel předkládá žákům podnětná prostředí (úlohy a problémy) a vhodně s nimi pracuje.
3. Učitel jde především o žákovu aktivní činnost.
4. Učitel nahlíží na chybu jako na vývojové stádium žákova chápání matematiky a impulz pro další práci.
5. Učitel se u žáků orientuje na diagnostiku porozumění spíše než na reprodukci odpovědi. (konec citace)

Je možné s autory polemizovat, nakoľik jsou výše uvedené teze charakteristické právě pro konstruktivistický přístup k výuce. Avšak díky tomu, že autoři uvádějí konkrétní příklady ze školní praxe (a to příklady pozitivní i negativní), je podle mého názoru zajímavé se s článkem seznámit. Velmi zajímavé příklady z praxe uvádějí autoři například u teze č. 4, kdy rozebírají různé situace, ve kterých učitel či učitelka vhodným či méně vhodným způsobem pracuje s chybou žáka.

Za velmi výstižný považuji závěr práce, kdy autoři zdůrazňují, že nelze podat návod na konstruktivistické vyučování, neboť podstatou tohoto přístupu je autentičnost, hledání, bohaté využívání vlastních zkušeností a jednou z jeho základních charakteristik je nepředvídatelnost.

V článku [31] se autoři zabývají tím, jakou roli mají učitelé používající konstruktivistický způsob výuky v komunitě dalších učitelů. Samotný výzkum není pro účely této práce příliš relevantní, neboť se týká učitelů biologie a matematiky na vysokých školách v Arizoně. Důvodem, proč zde tento článek uvádím, je metoda, kterou autoři použili pro zjištění „míry konstruktivistického učení daného učitele“. Při zjišťování charakteristických prvků výuky účastníků výzkumu autoři použili metodu pozorování, při které pozorovatelé zaznamenávali frekvenci výskytu předem určených jevů při výuce. Zaujalo mne, jak jevy, které autoři článku považují za důležité pro konstruktivistický způsob výuky, do značné míry odpovídají základním zásadám výuky podle projektu Heuréka (viz kapitola 8.1). Autoři sledovali tyto jevy (překlad textu *Reformed Teaching Observation Protocol*, strana 502 textu článku [31]):

Návrh a realizace hodiny:

1. Vzdělávací strategie a aktivity respektovaly předcházející znalosti studentů a prekoncepce s nimi spojené.
2. Hodina byla navržena tak, aby zapojila studenty jako členy „učící se komunity“.
3. V této hodině bádání studentů předcházelo formálnímu sdělování poznatků.
4. Hodina povzbuzovala studenty, aby hledali a hodnotili alternativní způsoby zkoumání a řešení problémů.
5. Zaměření a vedení hodiny bylo často určováno nápady, které pocházely od studentů.

Obsah:

6. Hodina obsahovala základní pojmy daného předmětu.
7. Hodina podporovala ucelené pojmové pochopení.
8. Učitel měl solidní přehled v oboru, který se týkal látky v dané hodině.
9. V případech, kdy to bylo důležité, byly používány prvky abstrakce (tj. symbolické reprezentace, budování teorií).
10. Byly zařazeny a zkoumány vztahy s dalšími vědními obory a reálným světem.
11. Studenti používali různé způsoby vyjádření daných jevů (modely, náčrtky, grafy, manipulaci s reálnými pomůckami).
12. Studenti vytvářeli předpovědi a odhady, formulovali hypotézy a hledali způsoby jejich ověřování.
13. Studenti byli aktivně zapojováni do aktivit provokujících myšlení, které často vyžadovaly kritické hodnocení postupů.
14. Studenti získávali zpětnou vazbu o svém učení se.
15. Byla oceňována intelektuální důslednost, konstruktivní kritika a zpochybňování myšlenek.

Kultura ve třídě:

16. Studenti byli vedeni k tomu, aby různými způsoby a prostředky sdělovali své myšlenky ostatním.
17. Otázky učitele vyvolávaly rozdílné způsoby (módy) myšlení.
18. V hodině byla vysoká míra komunikace studentů, značná část této komunikace probíhala mezi studenty navzájem.
19. Studentské otázky a komentáře často určovaly směr a zaměření dalšího postupu výuky.
20. Byla zde atmosféra respektu k názorům všech studentů.
21. Aktivní účast studentů byla podporována a oceňována.
22. Studenti byli povzbuzováni k vytváření hypotéz, hledání alternativních řešení a dalších možných způsobů interpretace výsledků.
23. Učitel byl většinou trpělivý a klidný.
24. Učitel působil jako vynalézavý člověk, podporující a rozvíjející zkoumání studentů.
25. Pro tuto třídu by byla velmi charakteristická metafora „učitel jako posluchač“.

V souvislosti s výše uvedenými výhodami či „šancemi“ konstruktivistické výuky je třeba zdůraznit, že se nejedná o výuku bez vedení žáků učitelem. Tomuto problému se věnuje článek [32]. Autor ve své stati zdůrazňuje, že výuka, při které je používáno minimální vedení

žáků, nejen že nemá požadovaný efekt, ale naopak může mít výrazně horší výsledky než výuka založená na předávání vědomostí.

3.5 Badatelsky orientovaný přístup

Z konstruktivismu vychází v současné době velmi podporovaný a rozšířený badatelsky orientovaný přístup či badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (inquiry-based learning, inquiry-based science education), a také problémově orientovaný přístup (problem-based learning). Tento způsob výuky je doporučován i ve zprávě Evropské komise *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* [33] jako metoda, která vykazuje značný potenciál zvyšovat zájem dětí i zlepšovat jejich výsledky v přírodovědném a matematickém vzdělávání.

Při výuce založené na tomto přístupu má učitel funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede přitom žáka postupem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu. Od formulace hypotéz (jak co funguje, jakou to má roli ...), přes konstrukci metod řešení (jak to zjistit ...), přes získání výsledků (zjištěných metodikou, na které se žáci s učitelem dohodli) a jejich diskusí (co mohlo být jinak, co tomu říkají informace na webu a v literatuře) až k závěrům (takhle to je ... takhle by to mohlo být ...). To umožňuje žákovi relativně samostatně a v kooperaci se spolužáky formulovat problém, navrhnout metodu jeho řešení, vyhledávat informace a kriticky je hodnotit, řešit problém prodiskutovaným způsobem a interpretovat výsledky, a tak aktivně získávat potřebné kompetence, znalosti, dovednosti a komunikační schopnosti.

V české pedagogické literatuře zatím tento pojem není příliš používán, přesněji řečeno – používán je, ale není často dobře definován. Podrobná charakteristika tohoto přístupu je uvedena v článku *O badatelsky orientovaném vyučování* [34]. Autorka zde uvádí (cituji):

Badatelsky orientované vzdělávání (Inquiry-Based Science Education, IBSE)

Přínosy a omezení IBSE popsala řada autorů, podrobně je rozebírají Edelson, Gordin a Pea (Edelson, D. C., Gordin, D. N., Pea, R. D. 1999: *Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning through technology and curriculum design*. Journal of The Learning Sciences, 48: 391-450). Jejich podrobný komentář bychom mohli stručně shrnout takto:

Přínosy ISBE

- vytváření obecné schopnosti hledat a objevovat
- speciální schopnosti a dovednosti potřebné pro zkoumání
- zlepšené porozumění vědeckým pojmům
- objevování vědeckých principů
- zvýšení citlivosti na nedostatky ve vlastních znalostech a jejich doplňování cestou systematického zkoumání, upřesňování a využívání dosavadních znalostí

Obtíže při zavádění IBSE:

- motivace studentů
- dovednosti studentů potřebné pro zkoumání
- zázemí studentských dosavadních znalostí
- omezení možné realizace – čas, zdroje, učební plány atd.

Různé podoby INQUIRY

Určité množství rozporů v názorech na to, zda by na bádání orientované přírodovědné vzdělávání mohlo či nemohlo být přínosem, souvisí se skutečností, že samotný pojem bádání používá ohromné množství publikací, aniž by došlo k přesnému vymezení, co

se pod ním skrývá. Inquiry samo definováno na mnoha místech je, IBSE nikoli. Největší množství nedorozumění je spojeno s tím, jak je bádání vymezováno z hlediska vnějšího řízení učitelem.

Jistou orientaci poskytuje dělení, které uvádí Eastwell (Eastwell, 2009. In [34]):

- potvrzující bádání – otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je vlastní praxí ověřit
- strukturované bádání – otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě formulují vysvětlení studovaného jevu
- nasměrované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují jej
- otevřené bádání – studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky.

Pojem badatelsky orientované vyučování (BOV) zavádí M. Papáček v článku [35]. Ve své práci se přitom odvolává i na články [36] a [23]. M. Papáček na základě mezinárodních výzkumů charakterizuje současnou a nastupující generaci žáků a popisuje základní charakteristiky těchto generací. Věnuje se také konfliktu mezi rozvojem vědeckého poznání a podobou jeho transformace do vzdělávání. Cituji:

Konflikt mezi expanzí biologického poznání na straně jedné, a podobou jeho interpretace a převodu do obsahu a metod vzdělávání na straně druhé, je stále zřetelnější. Dávno už je nemyslitelné „překlápět“ – transformovat strukturu biologie jako vědního oboru do podoby vzdělávacího předmětu základních a středních škol. Tento konflikt vyžaduje stále přehodnocování vzdělávacích přístupů v oblasti výběru učiva a jeho akcentů v závislosti na cílech vzdělávání, na kurikulu a ve vazbě na vyučovací formy a metody. Klíčovou otázkou tedy je, jakou problematiku z vědního oboru pro vzdělávání vybrat a v jaké podobě ji převádět do vzdělávacího (didaktického) systému výuky biologie. S danou problematikou samozřejmě souvisí i potřeba tvorby adekvátních učebnic biologie. Nikoli jen jako textu se selektivním výběrem metodicky uspořádaných informací, ale i jako zajímavého strukturovaného průvodce, umožňujícího aktivní vzdělávání. Problém sice souvisí s obecnou teorií učebnic, ale v oblasti jednotlivých oborů nabývá řadu specifík.

Vzhledem k tomu, že autor je biolog, věnuje se problémům výuky biologie, avšak pokud v citaci zaměníme slova *biologie*, *biologický* za slova *fyzika*, *fyzikální*, bude text beze zbytku platit i pro výuku fyziky.

V přehledovém článku [36] autor uvádí hierarchicky vytvořenou posloupnost několika možných úrovní badatelsky orientovaného přístupu, a to na základě jednak intelektuální náročnosti, jednak místem kontroly či řízení procesu výuky (Tab. 2):

Učení objevováním (Discovery learning)	Interaktivní demonstrace (Interactive demonstration)	„Bádací“ hodina (Inquiry lesson)	„Bádací“ laboratorní práce (Inquiry lab)	Hypotetické bádání (Hypothetical inquiry)
Nízká		↔ Intelektuální náročnost ↔		Vysoká
Učitel		↔ Místo kontroly ↔		Student

Tab. 2 Úrovně badatelsky orientovaného přístupu (převzato z [36])

Jednotlivé úrovně autor popisuje podrobněji a uvádí také konkrétní příklady aktivit. Podrobně jsou popsány i rozdíly mezi laboratorními pracemi „podle kuchařky“ (Cookbook lab) a „bádacími“ (Inquiry lab). K výše uvedenému schématu však považuji za nutné zmínit, že autor používá pojem *učení objevováním* pro takovou metodu výuky, kdy učitel předvádí jednoduchý experiment a žáci z experimentu vyvozují velmi triviální závěry. Častěji se v pedagogické literatuře tento pojem používá pro mnohem náročnější metody výuky, při kterých žáci na základě experimentů provádějí výrazně složitější myšlenkové operace, vytvářejí a ověřují hypotézy, diskutují o svých názorech mezi sebou i s učitelem, atd.

3.6 Přejchod od teorie k praxi

Jak jsem již uvedla v závěru kapitoly 3.2, je pro učitele prakticky nemožné prostudovat všechny teorie vyučování, vybírat z nich to podstatné, zkoušet, co z toho bude jemu osobně v jeho vlastní výuce vyhovovat a poté ověřovat, jaké dopady na žáky jednotlivé postupy mají. Je tedy velmi důležité najít takové zdroje, ve kterých autoři tento proces transformace teorie do konkrétních příkladů a doporučení provádějí. Důležité ale je, aby uvedená doporučení vycházela ze znalostí reálné situace ve školství, případně aby autoři sami měli vlastní dlouhodobou zkušenost s výukou ve škole.

Jednou z velmi zajímavých publikací, která je právě uvedené transformaci teorie do praxe věnována a vychází z výzkumu prováděného ve školních třídách, je kniha *Efektivní učení ve škole* [37]. Tato publikace byla vytvořena Mezinárodní akademií vzdělávání v letech 1999-2003 a shrnuje výsledky výzkumu témat souvisejících se vzděláváním, jejichž platnost není vázána na určitý národní vzdělávací systém. V českém překladu vyšla v roce 2005 v nakladatelství Portál. Obsah každé kapitoly je rozdělen do 8 – 12 krátkých textů, tzv. principů. Při rozebírání každého principu autoři začínají shrnutím výzkumných zjištění a pak popisují důsledky pro vyučování, jež z výzkumu plynou. Na konci každé kapitoly je seznam použité a doporučené literatury. Domnívám se, že již seznam kapitol a výčet několika principů dá čtenáři představu, jak důležitým tématům se autoři věnují:

- 1. Efektivní vyučování** (obsahující například principy Příležitost k učení, Otázky a diskuze dávající prostor k přemýšlení o učivu, Kooperativní učení, atd.)
- 2. Jak se děti učí** (obsahující principy Aktivní zapojení, Vztah mezi novými informacemi a dosavadními znalostmi, Způsoby motivace žáků, atd.)
- 3. Motivace k učení** (principy Nepříznivá motivační přesvědčení brzdí učení, Příznivá motivační přesvědčení podporují a usnadňují učení, Stanovování cílů a jejich hodnocení, atd.)
- 4. Tradiční školní učení a socioemoční učení** (principy K učení děti potřebují zájem a péči, Zapojte rodiče, Připravte dobře učitelský sbor a podporujte ho, atd.)
- 5. Rodiče a učení** (principy Požadavky a dohled rodiny, Domácí úkoly, Vztah rodina-škola, atd.)
- 6. Předcházení problémovému chování: co funguje** (obsahující například principy Začněte s prevencí brzy, Efektivní negativní důsledky chování jsou důležité, Omezujte agresivitu, atd.)

Nebudu se zde podrobněji věnovat této publikaci, neboť každý z principů je pojat velmi zhuštěnou a přitom jasnou a srozumitelnou formou, a já bych nerada výběrem pouze některých doporučení zkreslila jejich význam. Domnívám se však, že tato publikace by mohla být velmi dobrým zdrojem pro učitele, který hledá cestu k efektivnímu učení.

Rozsáhlejší publikací, která může učiteli pomoci převést klíčové pojmy teorie vzdělávání do reálného vzdělávacího kontextu je [4]. Jednotlivé kapitoly publikace jsou věnovány tématům: *Plánování kurikula a výuky; Implementace kurikula; Vytvoření příznivého prostředí*. Kniha je psána nekomplikovaným stylem, jsou v ní uvedeny užitečné podrobnosti a mnoho příkladů. Publikace je primárně určena k samostudiu, obsahuje tedy krátká cvičení pro kontrolu pochopení látky a také řízená a samostatná cvičení.

Z českého prostředí vychází základní učební text pro studenty učitelských oborů [38]. Kromě teoretických poznatků a přehledu vývoje školského systému v českých zemích obsahuje i konkrétní náměty týkající se vyučování: jeho cílů, metod, hodnocení, atd. Jako zajímavost mohu uvést, že je v této publikaci zmíněn i projekt Heuréka (s. 249).

Výše uvedené publikace se věnují obecným tématům, nejsou zaměřeny na nějaký konkrétní předmět. V roce 2001 vyšla kniha M. Hejného¹ a F. Kuřiny *Dítě, škola a matematika* [14]. Autoři, kteří dlouhodobě pracují v oblasti didaktiky matematiky a současně mají mnoho zkušeností s konkrétní výukou matematiky ve školách, se v knize zamýšlejí nad „vzdělávacím procesem z hlediska kultivace duševního světa žáka, a nikoliv z hlediska metod, které vedou rychle k cíli.“ V publikaci uvádějí konkrétní příklady z vyučování matematiky a na těchto příkladech ukazují důležitost konstruktivistického přístupu k lepšímu porozumění matematice. Kniha obsahuje velmi čtivým způsobem popsanou pedagogickou teorii, která je doplněna mnoha komentovanými školními příběhy. Jsem přesvědčena, že i učitelé fyziky v ní najdou mnoho inspirace a námětů pro svoji práci.

Podobným způsobem, avšak s větším důrazem na teoretické problémy a o něco menším podílem konkrétních příkladů z praxe, je psána i kniha *How people learn* [39]. Práce vychází z několikaletého výzkumu v oblasti vyučování přírodním vědám a jejím cílem je co nejlepší propojení výsledků tohoto výzkumu s aktuální praxí ve školách. Autoři předkládají tři klíčová výzkumná zjištění (uvádím zde jejich volný překlad, ovšem bez konkrétních příkladů, které jsou uvedeny ve výše zmíněné práci):

- Studenti přicházejí do výuky s představami (prekoncepty) o tom, jak svět pracuje. Pokud toto jejich počáteční pojetí není bráno v úvahu, může u studentů dojít k selhání přijetí nových obsahů a informací z výuky, případně se studenti sice tyto informace naučí kvůli testům, avšak mimo školu se vrátí ke svým prekonceptům.
- Proto, aby studenti mohli rozvíjet své kompetence v oblasti „inquiry“, je třeba, aby a) měli hluboké základy faktických znalostí, b) chápali fakta a myšlenky v kontextu, jejich znalosti nemohou být izolované, c) organizovali své vědomosti způsobem, který umožňuje jejich vybavování a aplikování v nových situacích.
- Pokud se studenti naučí metakognici (schopnost sledovat a vnímat vlastní způsob myšlení), pomůže jim to získat kontrolu nad svým učením a sledovat svůj vlastní pokrok při učení.

Po těchto výzkumných zjištěních autoři uvádějí doporučení pro učitele.

- Učitel musí znát předchozí znalosti, které si jeho studenti do výuky přinášejí a musí být schopen s nimi pracovat.

¹ M. Hejný je mj. autorem podle mého názoru nejlepší u nás dostupné učebnice didaktiky matematiky, která vyšla v roce 1990 v SPN Bratislava pod názvem *Teória vyučovania matematiky 2*.

- Učitel musí vyučovat libovolné téma do hloubky, musí studentům předkládat mnoho příkladů, ve kterých se látka objevuje v různých souvislostech a budovat tak pevný základ faktických znalostí.
- Do obsahu různých předmětů by měla být zařazena výuka metakognitivních dovedností.

V dalších kapitolách se autoři věnují zkoumání problematiky *učení a učení se* z mnoha různých pohledů.

Ve výše uvedených zjištěních a doporučeních mne zaujal důraz, který autoři této knihy (na rozdíl od mnoha jiných „reformátorů výuky“) kladou na nutnost získání hlubokých faktických *znalostí* v nějaké oblasti. V některých příručkách věnovaných moderním trendům ve vzdělávání se totiž velmi často zdůrazňují kompetence, kterých má žák dosáhnout, ale zapomíná se na obsah výuky. Občas to vypadá, že autoři těchto příruček předpokládají, že se ve školách bude učit například vědecké myšlení jaksi „samo o sobě“, bez nějakých konkrétních znalostí, které žáci musí získat.

Příkladem propojení výzkumných závěrů týkajících se aktivního učení do výuky vysokoškolských studentů může být založení Investigative Science Learning Environment (ISLE) laboratoří na Rutgers University [40].

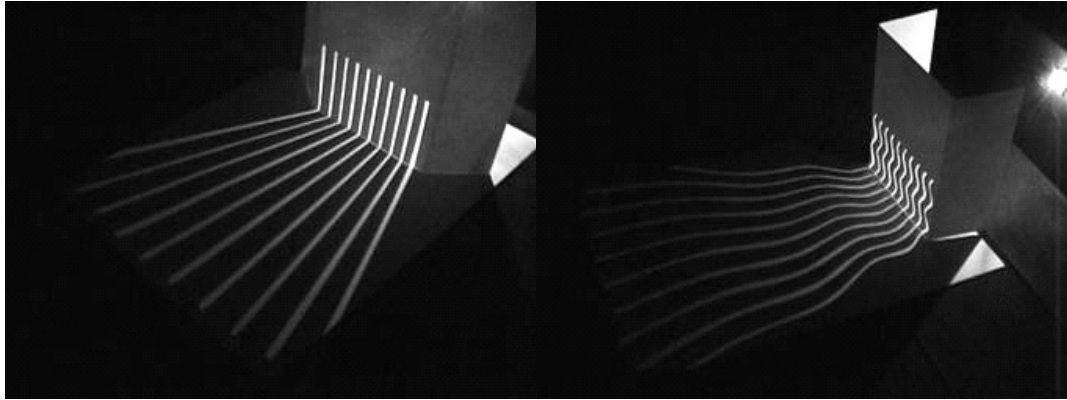
3.7 Co z toho plyne pro didaktiku fyziky

Výzkum, ať již v oblasti obecné teorie učení, či zaměřený přímo na přírodovědné vzdělávání, nám dává mnoho námětů pro zkvalitnění práce při výuce fyziky. Pod pojmem *zkvalitnění práce* mám na mysli používání takových postupů, které povedou žáky a studenty k lepšímu *porozumění fyzice*.

Shrnující zpráva věnovaná výuce přírodovědných předmětů ve školách v Evropě, která obsahuje jak výzkumná zjištění, tak doporučení pro učitele, byla publikovaná Evropským oddělením EURYDICE v roce 2006 [41]. Věnuje se mimo jiné obsahu přírodovědných předmětů a v současné době v ČR velmi diskutovanému standardizovanému hodnocení žáků. Pro učitele by mohla být zajímavá i část, věnovaná výzkumu procesu učení v přírodovědných předmětech. Jsou zde shrnuty závěry výzkumů, týkajících se například přirozených představ (prekonceptů), role experimentálních činností v osvojování přírodovědného učiva, specifického přínosu informačních a komunikačních technologií, rozvoji argumentačních dovedností, motivaci žáků, atd. Ke všem těmto problémům jsou uvedeny náměty, které učitelé mohou pomoci tyto problémy řešit a zlepšovat stávající stav.

Samozřejmě není možné dát „jediný správný“ konkrétní návod, jak učit to či ono téma. Ale je možné učitele upozornit na chyby, kterých se (podle výsledků různých výzkumů) učitelé často dopouštějí. Tímto tématem se dlouhodobě zabývá L. Viennot [42], [43]. V obou pracích je uvedeno velké množství příkladů úloh, učebních postupů apod., které jsou často vykládány nepřesně nebo dokonce chybně (přičemž stejné chyby se samozřejmě objevují i v učebnicích). Domnívám se, že by prostudování prací L. Viennot (v ideálním případě v českém překladu) bylo velmi užitečné pro mnoho učitelů jak na vysokých školách, tak na nižších stupních škol.

Jako jeden konkrétní příklad si zde dovoluji uvést fotografii pokusu (vlevo), kterým se často dokazuje rovnoběžné šíření paprsků světla a k tomu fotografii druhého experimentu, který by „dokazoval“, že světlo se šíří „vlnitě“ či „ve vlnách“ (Obr. 1, převzato z [43]).



Obr. 1 Příklad ritualizovaného experimentu (vlevo), který je často uváděn jako zviditelnění přímočarého šíření světla a oproti tomu „vlnité šíření světla“ na pravém obrázku. V obou případech se přitom jedná o stíny za štěrbinami (převzato z [43]).

V kapitole 4.3 uvedu výzkumy Janíka [44], [45], který ve svých publikacích rozvíjí pojem *didaktická znalost obsahu* (*pedagogical content knowledge, PCK*). Tyto znalosti podle autora spočívají v učitelově schopnosti transformovat obsah do forem, které jsou pedagogicky účinné a přitom přizpůsobené schopnostem žáků. Pro učitele může být obtížné představit si, jak by mohl tyto teoretické koncepty uplatnit přímo ve své výuce. Proto by mohlo být pro něj zajímavé seznámit se s článkem [46], kde autor uvádí konkrétní příklad výuky fyziky (vlastnosti elektrického obvodu) a na jeho základě rozebírá, jaké prvky obsahuje didaktická znalost obsahu v tomto konkrétním příkladu. Jedná se tedy o další příklad konkrétní aplikace výzkumu v oblasti výuky fyziky do učitelské praxe.

V českém prostředí je trochu obtížné najít podobně koncipované materiály, které by vycházely z výzkumných zjištění a dávaly přitom konkrétní náměty pro zkvalitnění výuky fyziky. Jako příklad mohu uvést dizertační práci M. Kekule [47]. V návaznosti na mezinárodní výzkumy autorka zjišťovala, na jaké problémy žáci narážejí při práci s grafy (konkrétně v oblasti mechaniky), a vyvinula a ověřila sady úloh, které pomáhají žákům tyto problémy překonat, vytvořit si adekvátní pochopení a zvládnout dovednosti potřebné jak k interpretaci, tak k vytváření grafů.

Samozřejmě, že jsem zde neuvedla všechny zdroje, které podobný proces transformace závěrů výzkumů do praxe nabízejí, například v anglosaské literatuře je podobných příruček mnoho. Bohužel však v českých zemích podobné publikace citelně chybí.

4. Role učitele ve výuce

Výše uvedené teoretické přístupy a koncepce mohou být velmi zajímavé, pro teorii vzdělávání velmi podnětné, avšak samy o sobě obvykle situaci ve školách nepomáhají a problémy neřeší. Jejich aplikaci do reálné výuky musí nakonec vždy realizovat učitel. Role učitele je tedy podle mého názoru při běžné výuce naprosto klíčová (pokud neuvažujeme distanční vzdělávání, ale i tam je třeba, aby student komunikoval s nějakým lektorem, živým člověkem). V této kapitole bych se ráda věnovala právě otázce role učitele při výuce a výchově žáků, jak ji vnímají různé odborné publikace a závěry výzkumů.

4.1 Profesní kompetence učitele

Základní kompetence učitele jsou formulovány v publikaci *Analýza vyučování* [48]. Autoři uvádějí tyto základní kompetence:

- k. oborově předmětová
- k. didaktická a psychodidaktická
- k. obecně pedagogická
- k. diagnostická a intervenční
- k. sociální, psychosociální, a komunikativní
- k. manažerská a normativní
- k. profesně a osobnostně kultivující

Každá z těchto kompetencí bývá ještě dále rozváděna do polohy základních činností, prostřednictvím kterých se daná kompetence uplatňuje a jaké daná kompetence vyžaduje. Autoři zdůrazňují, že jen prosté vyjmenování těchto kompetencí ukazuje na nesmírnou složitost učitelovy práce.

Podobně formulované kompetence uvádí holandský standard profese učitele [49]. U každé kompetence jsou uvedeny požadované součásti a indikátory (ukazatele).

Holandský standard požaduje tyto kompetence učitele (uvádím zde pouze části delšího materiálu):

1) kompetence interpersonální

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání musí zajistit, že ve skupinách, s nimiž pracuje, vládne příjemné životní a pracovní klima. Je to jeho úkol, a aby ho mohl uskutečnit, musí být interpersonálně, mezilidsky kompetentní.

Učitel, který má interpersonální kompetenci, je dobrým vedoucím. Takový učitel vytváří přátelské klima a atmosféru spolupráce, uskutečňuje otevřenou komunikaci.

2) kompetence pedagogická

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání musí žákům/studentům pomáhat, aby se stali samostatnou a zodpovědnou osobností, která má - mimo jiné - dobrou představu o svých ambicích a možnostech. To je jeho úkol, a aby ho mohl uskutečnit, musí být pedagogicky kompetentní.

Pedagogicky kompetentní učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání poskytuje žákům/studentům při jejich volbách jistotu a strukturu v bezpečném učebním a pracovním prostředí. Podporuje jejich další rozvoj.

3) kompetence odborná a didaktická

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání musí žákům/studentům pomáhat, když si osvojují jak obsah učiva určitého oboru či povolání, tak i způsoby,

jak se obsahů v běžném životě i v práci používá. Rovněž pomáhá žákům/studentům porozumět jak společnosti, tak tomu, co mohou očekávat od práce ve své profesi.

To je jeho úkol, a aby ho mohl uskutečnit, musí být odborně a didakticky kompetentní.

Učitel, který je odborně a didakticky kompetentní, vytváří účinné učební prostředí, mimo jiné dává učení do souvislostí s realistickým a pro žáky/studenty relevantním uplatněním znalostí a dovedností v praxi a společnosti.

4) kompetence organizační

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání je odpovědný za organizační záležitosti související s jeho výukou a učebním procesem jeho žáků/studentů ve škole a na praxi. To je jeho úkol, a aby ho mohl uskutečnit, musí být organizačně kompetentní.

Organizačně kompetentní učitel zajišťuje žákům/studentům uspořádané a cílené prostředí.

5) kompetence pro spolupráci s kolegy

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání musí zajistit, že jeho práce a práce jeho kolegů ve škole jsou dobře sladěny. Musí přispívat k dobrému fungování školní organizace. To je jeho úkol, a aby ho mohl uskutečnit, musí být kompetentní při spolupráci s kolegy (ve škole).

Takto zdatný učitel přispívá k dobré pedagogické a didaktické atmosféře ve škole, dobré vzájemné spolupráci a dobré školní organizaci.

6) kompetence pro spolupráci s okolím

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání musí udržovat kontakty s rodiči nebo vychovateli svých žáků/studentů a se svými kolegy z institucí, s nimiž jeho škola a žáci/studenti při výuce spolupracují. Musí zajistit koordinaci mezi profesionálním jednáním těchto kolegů a jeho samého. Mimoto musí zajišťovat dobrý průběh spolupráce mezi svou školou a spolupracujícími institucemi.

To je úkol učitele v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání, a aby ho mohl uskutečnit, musí být kompetentní při spolupráci s okolím školy.

Ve spolupráci s okolím zdatný učitel zajišťuje dobrou komunikaci a jednotný postup s rodiči nebo vychovateli žáků/studentů. Po poradě s žákem zajišťuje dobrou komunikaci a jednotný postup mezi školou, žákem a institucí, s níž žák v rámci svého vzdělávání přichází do styku. Ke vzdělávání žáka a starosti o něj cíleně využívá školních kontaktů. Zachází zodpovědně a s péčí s kontakty a styky, které jménem školy vytváří.

7) kompetence k reflexi a sebezdokonalování

Učitel v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání se musí neustále dále rozvíjet osobnostně i profesně. To je jeho úkol, a aby ho mohl uskutečnit, musí být zdatný v reflexi a sebezdokonalování.

Takto kompetentní učitel pravidelně přemýšlí o svých odborných názorech a profesní kompetenci. Snaží se, aby jeho práce nezastarávala a stále se zlepšovala.

Náročnost role učitele popisuje trochu jiným způsobem V. Mertin v článku *Nesnižujte profesní požadavky* [50]:

Současné požadavky na učitele vyniknou, když je srovnáme s minulostí. Zatímco dříve učitel předával poznatky s nemalou pomocí a podporou dalších autorit (zejména

rodiny), případně rákosky, vzdělávací neúspěchy byly vždy připsány dítěti, dnes má učitel dál předávat poznatky, nicméně musí se starat o pěstování kritického myšlení, komunikaci dětí, jejich spolupráci, bezpečnost, motivaci, prevenci šikany, genderovou korektnost, volbu povolání, sexuální osvětu a finanční gramotnost, ke každému žákovi má přistupovat s ohledem na jeho jedinečné možnosti. Někdy musí utvářet i základní sociální návyky. Navíc má dovést k výsledkům všechny žáky. A to vše má zvládnout sám s jen minimální pomocí v podmínkách, které jsou snad docela dobré pro požadavky první poloviny minulého století. Ovšem bez tehdejší podpory žáků ze strany rodičů.

O tom, že učitel je rozhodující činitel, který ovlivňuje práci žáků, píše stejný autor i v článku *Nejmocnější vliv na výsledky žáků? Kvalita učitele* [51]. Podle autora efektivnější učitelé např.:

- na počátku roku strávili více času kontakty se žáky;
- učí děti třídním pravidlům a monitorují jejich očekávání;
- lépe zvládají rutinní činnosti;
- poskytují jasná vysvětlení a věnují dostatečný čas výuce;
- používají vhodnější vyučovací postupy a učí zábavnější formou;
- poskytují žákům maximální příležitost, aby mohli reagovat během výuky a práce v lavicích;
- při výuce postupují svižným tempem a novou látku prezentují v malých krocích;
- poskytují žákům pravidelnou zpětnou vazbu;
- citlivěji reagují na potřeby a možnosti žáků – lépe dokážou odhadnout hladinu pozornosti třídy i úroveň obtížnosti vyučované látky;
- mají vyšší citové dovednosti – udržují více oční kontakt, mají bohatší spektrum odměn;
- dokážou víc zapojit rodiče do výuky dětí, do domácí přípravy;
- zvládají a používají více způsobů výuky a přizpůsobují je jak vyučované látce, tak i vyladění třídy;
- jsou flexibilnější při realizaci výuky.

Domnívám se, že jen několik těchto citací stačí na to, aby bylo zřejmé, že role učitele je vnímána jako velmi náročná.

4.2 Existuje dobrý učitel?

Na základě předchozích úvah bychom se mohli domnívat, že dobrý učitel je bytost velmi vzácná, se kterou se v českých školách prakticky nemůžeme setkat. Naštěstí pro naše žáky a studenty (a ostatně i celou společnost) tomu tak není.

Ráda bych zde představila výzkum prováděný pracovníky KDF MFF UK při řešení projektu 2E06020 *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol* v rámci Národního programu výzkumu II MŠMT.

Výsledky celého projektu jsou zpřístupněny široké komunitě pracovníků v oblasti fyzikálního vzdělávání na webových stránkách [52], kde je též zveřejněna závěrečná zpráva. Podstatné výsledky projektu, zajímavé hlavně pro učitele fyziky, byly publikovány v příručce „*Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?*“ [53], která je zájemcům k dispozici zdarma na KDF.

Společně s doc. R. Kolářovou a dalšími spolupracovníky jsem se v rámci projektu věnovala získávání zkušeností těch učitelů, kteří umí své žáky motivovat pro fyziku. Zaměřili jsme se na vytipování „příkladů dobré praxe“ a shromáždění a analýzu názorů vybraných učitelů fyziky. Současně jsme zpracovali i dotazníkem získané názory žáků těchto učitelů. (Výsledky výzkumu jsme publikovali také v článcích [A11] a [A12].)

Nejprve jsme na základě zkušeností z výzkumu kvality výuky, některých mezinárodních výzkumů a zkušeností s prací s učiteli určili kritéria pro výběr příkladů dobrých učitelů. Tato kritéria zahrnovala prokazatelné aktivity učitele (např. účast na dalším vzdělávání, na seminářích, autorství článků, popř. publikací, spolupráce s fakultami vzdělávajícími učitele, apod.), úspěšnost žáků učitele (řešitelé FO a dalších fyzikálních soutěží), pozitivní zkušenost pracovníků KDF s aktivitami učitele (např. vedení pedagogické praxe, účast v projektu Heureka a další). Jedním z hlavních kritérií se stalo navržení učitele jeho žáky, kteří se stali studenty některého z oborů fyziky na MFF UK, nebo studenty zapojenými do fyzikálních aktivit jako tábory, korespondenční semináře apod.

S vybraným vzorkem 31 učitelů základních a středních škol jsme potom vedli podrobné rozhovory o jejich přístupu k výuce fyziky, obsahu, metodách i o podmínkách jejich výuky. Považuji za nutné uvést, že se jednalo o kvalitativní výzkum, který nebyl založen na rozsáhlých skupinách respondentů, ale na důkladném a detailním zkoumání menšího počtu případů. Je proto třeba zdůraznit, že v žádném případě nešlo o to, najít všechny dobré učitele fyziky. Těch je nepochybně mnohem víc, než našich 31 vybraných.

Nebudu zde uvádět podrobné výsledky našeho výzkumu, zájemce je může najít ve výše uvedených zdrojích. Uvedu zde pouze tu část, která se týká používaných vyučovacích metod, a závěr výzkumu.

Většina učitelů (18 učitelů, tedy téměř 60 %) v rozhovorech řekla, že při výuce pravidelně využívá různých aktivizujících metod – od zcela heuristické výuky, kdy mají žáci prostor k samostatnému „objevování“ fyzikálních zákonitostí a jevů, až k výuce formou řízeného rozhovoru, při kterém učitel klade žákům problémové otázky a společně s nimi nové poznatky vyvozuje.

Ostatní učitelé (13 učitelů, tedy asi 40 %) při uvádění nové látky používají spíše výklad, obvykle doplněný experimenty, počítačovými simulacemi, apod.

Použité metody a formy se také přímo dotýkají žáků. Zajímalo nás, jaké jsou vazby mezi tím, jak učitelé učí, a tím, jak jejich výuku vnímají žáci. Pro tento účel jsme žákům učitelů, kteří se zúčastnili rozhovorů, zadali krátký dotazník. V jedné z položek dotazníku měli žáci rozhodnout, zda pro jejich učitele platí, že dokáže vzbudit a udržet jejich zájem o fyziku. Žáci rozhodovali na škále velmi souhlasím - spíš souhlasím - spíš nesouhlasím - nesouhlasím (převáděno na číselné hodnoty 1-2-3-4). Celková hodnocení uvedené položky u žáků ze skupiny učitelů, kteří často používají aktivizující metody, bylo 1,63, ve druhé skupině 2,20, tedy v obou případech nadprůměrný výsledek (průměr je 2,5). Většina dotazovaných žáků souhlasí nebo spíše souhlasí s tvrzením, že jejich učitel dokáže vzbudit zájem o fyziku. (V našem výzkumu jsme neměli žádnou kontrolní skupinu, proto můžeme jen spekulovat, jak by dopadl podobný výzkum, kdybychom se ptali širší skupiny žáků náhodně vybraných učitelů.)

V závěru rozhovoru dostali učitelé možnost vyjádřit se k libovolnému tématu, mohli doplnit cokoli, co jim připadá důležité. Za velmi významné považují, že z 31 učitelů, kteří se zúčastnili výzkumu, jich dvacet buď přímo říkalo v rozhovoru, nebo považovalo za důležité doplnit, že dobrý učitel musí mít žáky rád, že ho jeho práce musí bavit (a pak to může bavit i jeho žáky).

Dovolím si zde ocitovat některé zajímavé formulace (při zpracování odpovědí učitelů jsme se snažili o přesné citace, proto se omlouvám za mírně nespisovné výrazy):

- *Nejdůležitější je, aby kantor měl žáky rád, oni to poznají a mají tě také rádi.*
- *Každý týden hledám sílu znovu se do výuky vnořit, abych studenty nebrzdil. I když při časovém vytížení (úvazek, rodina a žít také jako člověk) musím volit praktický přístup („učitelské řemeslo“), snažím se vymyslet něco, aby to nebylo pořád stejné, aby to pro studenty i pro mne bylo hezké. Občas se snažím i pro svou radost něco změnit a studenti to poznají, že i já mám radost.*
- *Mě výuka i fyzika baví, baví mě povídat si se studenty o fyzice.*
- *Vidí určitou nadšenost, že ze mne číší. To cítím, když vstupuju do třídy, tak se nějak měním. Těžko se to dá popsat, ale je v tom nějaká síla, že mne děti berou.*
- *Nejvíc motivující je asi moje nadšení pro fyziku. To si odnesou, že existuje někdo, kdo tu fyziku fakt má rád.*
- *Blbnu je svým nadšením pro věc, to je jediné, co funguje.*
- *Fyzika se stala mým osudem a nelituju toho.*

Při výzkumu jsme došli k následujícím závěrům:

- Jednotliví učitelé se dost výrazně navzájem odlišují; jako by měl každý z nich osobitý styl výuky.
- Je zřejmé, že neexistuje jeden typ, a dokonce ani více určitých přesně vymezených typů fyzikářů dobré praxe. Dobří učitelé se tedy zřejmě mohou vyznačovat různými vlastnostmi a používat různé přístupy...
- ... ale ve většině (65%) rozhovorů se ukázalo, že to nejdůležitější, co dělá dobrého učitele dobrým učitelem, je jeho nadšení, to, že do své práce dává sama sebe. (Odborná úroveň je přitom samozřejmým předpokladem.)

Může být zajímavé porovnat naše výsledky s popisem výsledků výzkumu, který byl realizován na počátku 90. let v zemích sdružených v OECD [54]. V každé zemi byl identifikován vzorek vynikajících učitelů a následná analýza došla k šesti důležitým charakteristikám vynikajících učitelů:

- nadšené zaujetí pro práci se žáky,
- láska k dětem projevující se vřelými vztahy a starostlivou péčí,
- výborné pedagogické a didaktické znalosti,
- používání široké palety různých výukových metod,
- spolupracující pracovní styl s ostatními učiteli při plánování, pozorování a diskutování o výuce,
- permanentní reflektování a modifikování vlastní praxe.

Podobný závěr, týkající se vynikajících škol i učitelů, můžeme najít v knize *Učíme děti myslet a učit se* [55]:

Stejně jako vynikající učitelé, i vynikající školy jsou každá jiná. Všechny mají své jedinečné znaky a často se přímo snaží dosáhnout jedinečnosti. ... Úspěšné školy nemusí nutně užívat nových přístupů. Vědí však dobře o strategiích, které jsou vyzkoušené a ověřené a osvědčují se, a také jich využívají. ... Konkrétní pravidla a praktické postupy asi mají menší význam než cíle, které si učitelé a žáci stanoví, a obecný étos, který z nich vytváří jednotné společenství vyznačující se vzájemnou péčí.

4.3 Didaktická znalost obsahu jako jádro učitelovy profesní činnosti

Z trochu jiného pohledu se dívá na roli učitele T. Janík v [44], [45]. Ve svých publikacích rozvíjí pojem *didaktická znalost obsahu* (*pedagogical content knowledge*). Tyto znalosti podle autora spočívají v učitelově schopnosti transformovat obsah do forem, které jsou pedagogicky účinné a přesto přizpůsobené schopnostem žáků.

Podle Shulmana (Shulman 1987, in [45], s. 15) je poznatková báze učitelství tvořena znalostmi obsahu, obecnými pedagogickými znalostmi, znalostmi o žáku a jeho charakteristikách, znalosti o kontextech vzdělávání a znalosti o cílech, smyslu a hodnotách vzdělávání.

Do znalostí obsahu lze zařadit

- Znalosti vědních a jiných obsahů – souhrn faktů a pojmů určitého oboru včetně pochopení jeho struktury do té míry, aby byl učitel schopen posoudit, která témata jsou zásadní a která okrajová.
- Didaktické znalosti obsahu – umožňují učiteli didakticky zpracovat obsahy, které učí. Patří sem analogie, příklady, způsoby znázorňování a další metody, které pomáhají převádět obsah oboru do takové podoby, ve které se ho žák může učit.
- Znalosti kurikula – se vztahují ke znalostem profesionálních nástrojů k realizaci kurikula.

Klíčovým pojmem jsou zde didaktické znalosti obsahu, které podle Grossmanové (Grossmanová 1990, in [45], s. 39) sestávají ze

- znalosti a pojetí cílů, k nimž má směřovat vyučování
- znalosti žákových koncepcí a miskoncepcí určitého učiva
- znalosti kurikulárních materiálů a vazeb mezi předměty
- znalosti výukových strategií a reprezentací pro vyučování určitého učiva.

Janík dále v práci [45] uvádí další modely didaktických znalostí obsahu. Pro učitele z praxe by mohla být zajímavá část věnovaná případovým studiím, ve které jsou popsány výsledky výzkumu, jehož cílem bylo diagnostikovat didaktické znalosti obsahu a objasnit jejich strukturu. Jedna z těchto případových studií se zabývá výukou fyziky.

Podrobněji se o této případové videostudii věnované fyzice lze dočíst v práci [44]. Autoři se zde zabývají dynamickou povahou učitelových znalostí obsahu. Ta je dokumentována na ukázce práce učitele, který kombinuje různé typy reprezentace při zavádění konceptu skládání sil.

4.4 Role učitele při badatelsky orientované výuce

V již zmíněném článku [35] autor uvádí podstatné rysy práce učitele a výuky při „inquiry“:

- učitel je zasvěcený v přírodovědné problematice (tj. zná dobře odborné základy své aprobace a rozumí jim v souvislostech);
- učitel stanovuje priority postupu při hledání důkazů a odpovědí na zadané otázky;
- učitel užívá důkazy (výsledky zjištění, měření atd.) k vytváření vysvětlení formulovaných žáky;
- výuka propojuje vysvětlení formulovaná žáky s (vědou dosaženými) přírodovědnými znalostmi (obsaženými v dostupné literatuře a na internetu);
- učitel vytváří systém komunikace při řešení zadaného problému, moderuje a řídí postup jeho řešení a ověřuje správnost žáky formulovaných vysvětlení

Velmi zajímavou studii týkající se role učitele při „inquiry“ popisuje článek [56]. Autorka několika různými metodami (videonahrávky a pozorování výuky, částečně strukturované rozhovory s učitelem, studentské portfolio, rozhovory se žáky) zkoumala výuku učitele, který používal tento způsob výuky, a hledala odpovědi na otázky:

- Jaké byly klíčové prvky výuky?
- Jaké rozhodující situace pomáhaly studentům porozumět principům „bádání“?
- Jaké byly role učitele a role studentů?

Vzhledem k tomu, že se jednalo o výuku biologie, nemá smysl zde uvádět konkrétní úlohy, které žáci řešili a konkrétní metody, které byly při výuce používány. Za podstatné považují popis rolí, které učitel během výuky měl. (Autorka v článku ještě ke každé z rolí uvádí citace výroků učitele, které danou roli ilustrují.) Učitel plnil následující role:

- Role *motivátora (motivator)*. Učitel podporoval studenty, aby porozuměli důležitosti své práce pro ostatní, aby přijali zodpovědnost za průběh výuky.
- Role *diagnostika (diagnostician)*. Učitel dával studentům příležitost vyjadřovat myšlenky, aby mohly být rozpoznány nejasnosti, které žáci mají.
- Role *poradce (guide)*. Učitel směřoval studenty a pomáhal jim vytvářet strategie zkoumání.
- Role *inovátora (innovator)*. Učitel využíval nové metodické postupy, nápady a myšlenky při koncipování výuky.
- Role *experimentátora (experimenter)*. Učitel zkoušel nové způsoby výuky a hodnocení studentů.
- Role *výzkumníka (researcher)*. Učitel často hodnotil svoji vlastní práci a na základě zpětné vazby od studentů výuku průběžně upravoval.
- Role *člověka, který formuje osobnost studentů (modeler)*. Učitel svým příkladem ukazoval studentům postoje a charakteristické rysy vědce.
- Role *mentora (mentor)*. Učitel podporoval studenty při učení, odpovídal na jejich otázky, pomáhal jim překonávat překážky.
- Role *spolupracovníka (collaborator)*. Učitel si se studenty vyměňoval nápady, umožňoval studentům přebírat roli učitele.
- Role *učícího se (learner)*. Učitel byl ochoten se učit, být otevřený novým myšlenkám, přijímat sám roli studenta.

Poslední čtyři role tohoto konkrétního učitele podle autorky přesahují roli konstruktivistického učitele, jak je popsána v literatuře. Autorka zdůrazňuje, že učitelova práce při badatelsky orientované výuce vyžaduje přijímání bezpočtu rolí, které všechny vyžadují vysokou úroveň odbornosti.

Na závěr bych ráda ocitovala jeden výrok, který podle mého názoru velmi dobře vystihuje podstatu aktivního vyučování ([57], Part 2.2 Teaching Strategies, výrok ponechávám v originále):

As you enter a classroom ask yourself this question: "If there were no students in the room, could I do what I am planning to do?" If your answer to the question is yes, don't do it.

Gen. Ruben Cubero, Dean of the Faculty, United States Air Force Academy

Jak je z předchozích výzkumů zřejmé, role učitele je velmi náročná na jeho znalosti, dovednosti i postoje. V následující kapitole bych se chtěla věnovat tomu, jak jsou učitelé na svoji práci připravováni a jak ti, kteří již učí, jsou z různých směrů podporováni.

5. Příprava učitelů, další vzdělávání učitelů, podpora jejich práce

V předcházející kapitole jsem se věnovala otázce, jakou roli má ve vyučovacím procesu osoba učitele. Z výzkumů lze usoudit, že tato role je zcela nenahraditelná a současně mimořádně náročná. Proto by také příprava budoucích učitelů i metodická podpora učitelů v praxi měla této náročnosti odpovídat.

5.1 Jak vzdělávat učitele?

Vzdělávání učitelů je velmi náročný proces. V článku [58] autorka uvádí, jak by měl podle jejího názoru vypadat ideální workshop pro další vzdělávání učitelů na mezinárodní úrovni:

- Workshop by měl být navržen mezinárodním týmem, který má rozsáhlé zkušenosti s prostředím, kulturními rozdíly a vzdělávacími potřebami lidí mnoha národů.
- Workshop by měl poskytnout učitelům nástroje, aby mohli motivovat studenty učit se jednak proto, že dané téma je předloženo zajímavým způsobem, jednak proto, že jeho aplikace jsou navázány na pracovní a výzkumné příležitosti v globální ekonomice.
- Workshop by měl místo přednášek nabídnout řadu aktivit založených na přímém kontaktu s fyzikálními jevy a navržených na základě současných poznatků o obtížích spojených s učením a učencím se.
- V průběhu workshopu by měly být používány vhodné pedagogické metody a dostupné (low-cost) pomůcky.
- Workshop by měl účastníkům nabídnout evaluační nástroje (založené na výsledcích výzkumu), které jim umožní měřit výsledky výuky studentů.
- Účastníci workshopu by měli získat názorné a badatelsky orientované pracovní listy pro studenty, metodické příručky a jednoduché přístroje. Všechny materiály přitom musí být možné přeložit do různých jazyků a přizpůsobit místním podmínkám.

Autorka dále uvádí, že podle těchto kritérií byl vytvořen kurs *Active Learning in Optics and Photonics* (ALOP), který je určen pro podporu výuky fyziky zvláště v rozvojových zemích a jehož realizace je podporována organizací UNESCO.

V práci [59] autoři uvádějí čtyři základní prvky, které by podle jejich názoru mělo obsahovat vzdělávání učitelů fyziky:

- potřeba hlubokého porozumění danému vědnímu oboru, včetně toho, jaká část daného obsahu je pro výuku zásadní, jaké obtíže se mohou objevit při budování znalostí u žáků, atd.
- zjištění prekonceptů učitelů o fyzice a o jejím vyučování (dle zkušeností autorů se objevují například tyto nesprávné představy: – zdůrazňování volného experimentování a podcenění role vytváření a ověřování hypotéz; – dogmatický pohled na „vědecké metody“, podle kterého se vše musí aplikovat přesně krok po kroku; – příliš analytický pohled, který žákům neumožňuje vytvořit si celkovou představu o problematice, atd.)
- získání teoretických znalostí o výuce fyziky (učitelé by měli znát základní principy konstruktivistického způsobu výuky, rozumět jim a být schopni je ve své výuce využívat)
- důsledky vyplývající z výzkumů týkajících se výuky fyziky

Dále jsou zde uvedeny nezbytné podmínky pro to, aby došlo ke změně učitelova přístupu k výuce:

- učitel musí být nespokojen s existujícím způsobem práce, s metodami, které používá,
- nová metoda musí být dostatečně srozumitelná,
- musí být dostatečně přesvědčivá (uvěřitelná), i když je v rozporu s dosavadní učitelovou koncepcí,
- a musí být také potenciálně užitečná, řešit existující dysfunkce a otvírat nové možnosti pro řešení problémů při výuce.

Ve studii, kterou o učitelském povolání v Evropě zpracovala EURYDICE [60] je k přípravě a zajištění trvalého profesionálního rozvoje učitelů uvedeno:

V Evropě bylo v minulosti zavedeno přípravné vzdělávání pro mladé uchazeče bez předcházející odborné praxe, kteří většinu své přípravy absolvovali na vysokých školách. Některé země nicméně zavedly alternativní přístupy k odborné přípravě, buď formou studia s částečnou docházkou, distančního studia nebo intenzivních programů pro ty, kdo získali svou odbornou kvalifikaci v jiném resortu. Jednou z velkých inovací v této oblasti je zavedení forem přípravy 'při zaměstnání', a to především v Nizozemsku a v Anglii, aby se lidé, kteří nemohou absolvovat přípravu běžným způsobem, mohli stát se učiteli. Anglie také zavedla program s názvem School-Centred Initial Teacher Training (Přípravné vzdělávání učitelů orientované na školní praxi), kde školy mohou být uznány za vzdělávací instituce. V rámci tohoto kontextu má zásadní význam přesun od systému kvalifikací založených na hluboké znalosti obsahu výuky, který zpravidla určuje daná instituce, k systému, který je závislý na hodnocení centrálně stanovených a plně rozvinutých dovedností. V důsledku toho je možné objektivněji testovat úroveň získaných dovedností uchazeče bez ohledu na zvolený typ přípravy a na vzdělávací instituci (která má obvykle vysokou autonomii). Anglie zavedla národní standardy toho, co by měl učitel znát, chápat a být schopen dělat. Nizozemsko postupuje stejným směrem. (...)

V rámci obecného kontextu celoživotního učení se zavádějí také opatření, která mají zajistit větší provázanost přípravného a dalšího vzdělávání. Tohoto cíle ale v Evropě není zdaleka dosaženo. Soustavný profesní rozvoj vyžaduje konstruktivnější koordinované aktivity institucí poskytujících přípravné a další vzdělávání. Ve většině zemí obě formy této přípravy nabízejí stejné instituce. Budoucí učitelé a učitelé již kvalifikovaní však většinou navštěvují oddělené kursy, což jim brání, aby mohli těžit ze vzájemných zkušeností.

Může být zajímavé porovnat závěr výše uvedené zprávy se zkušenostmi z projektu Heuréka, kde studenti učitelství fyziky mají možnost navštěvovat společné akce s učiteli z praxe a získávat tak zkušenosti ještě před nástupem do zaměstnání.

Již dříve zmíněná zpráva [41] se věnuje také vzdělávání a přípravě učitelů přírodovědných předmětů. Je zde uvedeno, že (podle Davis 2003, in [41], str. 69):

Vzhledem k tomu, že změny vzdělávacího obsahu mají jen malý vliv na to, jak učitelé učí, doporučují uplatnit 'konstruktivistický' model přípravy učitelů, vycházející ze znalostí, představ a dovedností učitelů, umožnit učitelům přemýšlet o vlastních představách o výuce a učení a o novém obsahu vzdělávání a nabídnout jim možnost interaktivní přípravy, spojující výukovou praxi, diskusi mezi učiteli a poznatky z výzkumu.

V českém prostředí se přípravě učitelů dlouhodobě věnuje Janík. V již zmíněné práci [45] je závěrečná kapitola věnována problematice modelu učitelského vzdělávání založeného na konceptu didaktické znalosti obsahu. Autor zde uvádí několik hlavních metod směřujících

k rozvíjení didaktických znalostí obsahu u současných i budoucích učitelů. Jsou to: – analýza kurikulárních materiálů a příprav na výuku; – reflexe výuky a využití videozáznamu; – akční výzkum; – vzdělávací kurzy a workshopy.

Přípravou učitelů pro badatelsky orientované vyučování (BOV) v biologii se zabývá i Papáček v [61]:

A jak bychom mohli připravit studenty učitelství a učitele v co nejkratší době na BOV v ČR? Situace ukazuje, že bude nutné začít přípravou vzdělavatelů učitelů prostřednictvím vzdělávací akce typu „vzdělavatelé sami sobě“. V úvodním workshopu didaktiků přírodopisu a biologie, popř. dalších akademických pracovníků a jejich studentů shromáždit a vzájemně si poskytnout náměty na úlohy, demonstrace a praktika dobře realizovatelné BOV a spolehlivě si osvojit a zpevnit jeho metodiku včetně metodiky budování nezbytného komunikačního aparátu.

V článku [62] autoři popisují přípravu a průběh třídního kurzu vzdělávání učitelů, jehož hlavním cílem bylo... (cituji)

... poskytnout účastníkům vlastní zkušenost s aktivním učením s cílem prolomit uzavřený cyklus „učím, jak jsem byl vyučován“. Kurs byl navržen tak, aby umožnil účastníkům zažít aktivní učení v roli učících se. Účastníci proto používali stejné výukové materiály jako běžní studenti. Tato práce je připravena na další krok, během kterého již z pozice učitelů diskutovali o těchto materiálech a o obtížích, se kterými se u svých studentů setkávají.

Jak je vidět z uvedených článků, jedna z nejdůležitějších charakteristik efektivního kurzu pro učitele je aktivní práce účastníků během kurzu.

Avšak připravit kurs naplněný aktivní prací účastníků samo o sobě nestačí. Jak je uvedeno v článku [63], pro to, aby vůbec mohlo docházet k učení, je nutné vytvořit bezpečné prostředí. Cituji:

První podmínkou pro naše základní fungování, pro jakoukoli smysluplnou činnost, je vytvoření neohrožujícího prostředí. Jednoduše řečeno – v první řadě by se člověk neměl mít důvod bát. A znovu: mozek reaguje jak na skutečnou, tak na domnělou nebezpečí. Jednomu člověku se může zdát, že je všechno v pořádku, druhý se bude cítit v úplně stejné situaci v nepohodě a třetí ji bude pociťovat jako nesnesitelnou a bude „u zdi“. To je právě situace ve skupině, prožitkové pedagogice, tam se přesně tyhle věci dějí. Ohrožený vnímá zkresleně. Bude totiž hlavně řešit jednu věc: jak uniknout ohrožení. Vykašle se nám na „komunikaci“, na „sebepoznání“. Nezájem. Panika. Ohrožení. Jediný program je přežít. O učení nemůže být řeč.

Čeho se lidé vlastně nejvíce bojí? (...)

Bojíme se jeden druhého. Bojíme se ostatních. Bojíme se, že selžeme, že se shodíme, že neuspějeme - máme velký strach, že by nás ostatní mohli odmítnout. Je to pozůstatek našeho dlouhého vývoje, kdy pro naše žití či nežití bylo klíčové to, jak dokážeme přežít pohromadě s ostatními. Základní nutností pro přežití byla schopnost získat si a udržet dobrou pověst. K tomu také patřila dovednost neodlišovat se od ostatních a za každých okolností vysílat svému okolí zprávy, které potvrzovaly, že jsme stejní jako ostatní. Jinak by nás tlupa vyobcovala a my bychom nepřežili zimu.

Na dílnách se tento strach projevuje dvěma typickými obavami:

- *máme strach z toho, co si o nás ostatní myslí*
- *máme strach z toho, co o nás řeknou ostatním*

Proto můžu říct, že vytvoření neohrožujícího prostředí je první podmínka pro jakékoli vztahy nebo činnosti, pro práci se skupinou na zážitkové pedagogice. Teprve když se účastník na akci nebojí a nic ho neohrožuje, může se efektivně učit.

Autor se věnuje práci s učiteli v kurzech zážitkové pedagogiky, proto volí mírně neformální slovník, avšak podle mého názoru zcela stejné problémy musí řešit jakýkoliv lektor, který chce pracovat s učiteli jiným způsobem, než je pouhá přednáška či prezentace. A se stejným problémem se setkávám i ve třídách (když možná v mírnější formě, neboť podle mých zkušeností mají učitelé velmi silný strach ze selhání, žáci, zvláště mladší, se obvykle tak moc nebojí). Autor v článku dále zdůrazňuje nutnost sestavení funkčních pravidel práce ve skupině, která pomáhají tento strach účastníkům překonat.

Podle mých zkušeností jednou z nejvíce stresujících situací na semináři pro učitele je požadavek lektora, aby účastník alespoň krátkou dobu na semináři „učil“ své kolegy – tedy alespoň modelově vystupoval ve stejné roli, kterou běžně plní ve třídě. Stejný poznatek je uveden v knize [64], která se zabývá problematikou vzdělávání učitelů. Autor zde uvádí (cituji):

Jednou z bariér ve vzdělávání učitelů je také neochota projevit se před svými kolegy. Učitelé na jedné straně předstupují před žáky a rodiče bez problémů a zábran a profesionálně komunikují a vystupují. V situaci, kdy se mají před jinými učiteli projevit a ukázat například, jak řeší zadaný problém, vyjádřit svůj názor, mívají zábrany. Ty mohou být způsobeny nejistotou účastníka a obavami z kritiky kolegů, dokonce i kritiky lektora. Pravděpodobně se vidí i v roli žáka, který bývá sankcionován za své názory a chyby. Lektor by měl proto vytvořit otevřenou přátelskou atmosféru, burcující k aktivitě každého účastníka a přitom zajišťující jeho bezpečí.

Dále autor uvádí výhody učitelství, které lze využít v dalším vzdělávání a učení se učitelů:

- *potřeba sdělovat a sdílet*
- *být akceptován jako intelektuál*
- *potřeba uznání, ocenění*
- *vyšší úroveň myšlenkových operací*
- *dovednost formulovat a verbalizovat*
- *chápání vzdělání jako hodnoty*
- *praktická zkušenost v profesi*
- *tvořivost*
- *smysl pro povinnost*
- *vysoká míra zodpovědnosti*
- *potřeba být řízen, instruován*
- *schopnost organizovat, vést lidi.*

Učitelé mají na vzdělávací akci dobrou příležitost předávat si své zkušenosti a společně je sdílet. Rádi hovoří o pedagogických problémech, které je provázejí v každodenní práci a rádi vyslechnou názory kolegů. Lektor může sám zformulovat

problémy a iniciovat diskusi, řešení problémů apod. podle svého scénáře směřujícím k cíli vzdělávací akce.

Ve vzdělávání učitelů lze využít jejich inteligence, úrovně myšlení, tvořivosti a schopnosti formulovat a vyjadřovat se pro náročnější pojetí obsahu i metod vzdělávání. Je třeba je přesvědčit o jejich skutečných a skrytých kvalitách, neboť si sami příliš nevěří. Pokud se dopracují uznání jako intelektuálové a experti v profesi, ovlivní to jejich postoje, vzdělávací potřeby a zájmy ku prospěchu profesionalizace učitelství.

Jak uvedu v kapitole 10, snažíme se právě těchto výhod učitelské profese využít na seminářích pro učitele zapojené v projektu Heuréka.

5.2 Příklady seminářů pro učitele v zahraničí

Konkrétním příkladem School-Centred Initial Teacher Training (viz výše uvedená tisková zpráva [60]) je zajímavý program [65]. Absolventům bakalářského stupně na vysoké škole, kteří mají zájem stát se učiteli, je nabízena aktivní účast na všech aspektech školního a třídního života – práce s žáky, vývoj kurikula, schůzky s rodiči, atd.; a současně všeobecné učitelské vzdělání, které připraví studenty pro současné i budoucí nároky v soukromém i veřejném školství. Vzhledem k tomu, že se jedná o kurs, na kterém spolupracuje univerzita se školami, mají studenti možnost získat reálné zkušenosti s prací ve škole.

Vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů se ve světě věnuje mnoho organizací. V USA jsou to například National Science Teachers Association (NSTA) [66] a The American Association of Physics Teachers (AAPT) [67], které nabízejí zájemcům velké množství různých seminářů – dělat jejich výčet by pro účely této práce bylo zbytečné.

Původně z USA pochází také poměrně mnoho mezinárodních a v mnoha zemích realizovaných seminářů dalšího vzdělávání učitelů, případně i seminářů pro studenty učitelství, které jsou zaměřeny na výuku „science“ a jsou vedeny aktivizujícími formami. Uvedu zde pouze některé z těchto programů. Je to například již výše zmíněný kurs *Active Learning in Optics and Photonics* [58]. Vzdělávání v optice a fotonové fyzice pomocí aktivizujících metod jsou věnovány i mezinárodní konference *Education and Training in Optics and Photonics* [68], [69]. Na těchto konferencích zazněly mnohé příspěvky věnované dalšímu vzdělávání učitelů (například [70]). Cílem programu *Galileo Teacher Training Program* [71] je vést učitele k efektivnímu používání metodických materiálů pro výuku astronomie.

Na Internetu lze najít i on-line tutoriály, které pomáhají učitelům vytvořit zajímavý a kvalitní kurs daného předmětu. Podle mého názoru velmi dobře udělaný je tutoriál [57], který vychází ze zkušeností, které autoři získali během prezenčního vzdělávání učitelů *On the Cutting Edge* [72]. Oba tyto kurzy vedou učitele – účastníky kurzů (a jejich prostřednictvím tedy i studenty) k efektivnímu využívání mozku. Kurzy jsou sice primárně určeny pro výuku vědních oborů týkajících se Země (geoscience), avšak domnívám se, že i učitel fyziky v nich může najít mnoho inspirujících myšlenek.

Dalším příkladem on-line kurzu, který vede učitele k používání aktivních metod výuky, je [73]. Je zde shromážděno velké množství článků, videosekvencí a dalších zdrojů, ze kterých mohou učitelé čerpat náměty pro svoji vlastní práci.

V Evropě se učitelům a jejich vzdělávání věnuje také velká pozornost. V roce 1994 byla zřízena Evropská asociace pro výzkum přírodovědného vzdělávání (ESERA) [74], která významně podporuje přírodovědné vzdělávání a mimo jiné pořádá pravidelné konference a

letní školy. Evropská unie podporuje různé projekty zaměřené na rozvoj spolupráce ve zkvalitnění výuky přírodovědných předmětů a zvýšení zájmu o tyto obory, jejichž součástí je i příprava a další vzdělávání učitelů. Byly to například projekty *Labwork in Science Education* (Laboratorní práce v přírodovědném vzdělávání); [75] nebo *Science Teacher Training in an Information Society* (Příprava učitelů přírodovědných předmětů v informační společnosti, STTIS); [76].

V rámci projektu STTIS bylo vytvořeno 11 vzdělávacích kursů věnovaných různým fyzikálním tématům. Součástí tohoto projektu bylo například další vzdělávání učitelů v oblasti inovace výuky přeměny energie [77]. Autoři na základě výzkumů navrhli a realizovali kurs, jehož součástí byly jak workshopy, během nichž učitelé aktivně pracovali a řešili zadané problémy, tak metodické materiály, které byly učitelům k dispozici na webu. V rámci tohoto projektu byl vytvořen i kurs týkající se světla a vidění [78].

Příprava učitelů je samozřejmou součástí i dalších projektů. Významnou „rodinu projektů“ v Evropě tvoří mezinárodní projekty SUPERCOMET/MOSEM [79]. Tyto projekty jsou zaměřeny na podporu aktivní výuky supravodivosti a elektromagnetismu na nižších středních školách. Na těchto projektech se podílejí i kolegové z MU Brno a Ostravské Univerzity.

Na Slovensku se již od roku 1992 rozvíjí mezinárodní projekt FAST [80], jehož obsahem je fyzika, chemie, přírodopis, prvky geografie a ekologie v integrované podobě. Obsah vzdělávání je rozdělen do tří ročníků a v každém se dělí do tří okruhů – fyzika a další přírodní vědy, ekologie a studium vztahů. Na vyučování projektu FAST musí být učitel připraven formou školení ke každému ročníku. Na Slovensku absolvovalo přípravné kurzy 30 učitelů a 6 z nich získalo certifikát lektora.

Zajímavou studii týkající se toho, jak spolupráce učitelů ovlivňuje jejich ochotu a schopnost učit aktivně, lze najít v [81]. Autorka popisuje studii, ve které hledala cestu, jak podpořit učitele v používání aktivizujících metod při výuce „science“. Učitelé zapojení do výzkumu měli možnost řízeně spolupracovat pod vedením autorky, zkušené učitelky a současně pracovnice na univerzitě. Byli vedeni k týmové práci na přípravě svých hodin i na evaluaci své výuky, mohli navzájem konzultovat své problémy i úspěchy. Výzkum ukázal, že se u těchto učitelů významně zvýšil podíl aktivizujících metod výuky, které ve své výuce používali. Spolupráce učitelů byla pro toto zvýšení klíčovým prvkem.

Podobných iniciativ zaměřených na přípravu a vzdělávání učitelů je samozřejmě v Evropě i ve světě velmi mnoho, zde jsem uvedla jen několik příkladů, v nichž se využívají podobné aktivizující metody práce, jako v projektu Heuréka.

5.3 Další vzdělávání učitelů v České republice

I v České republice byly a jsou realizovány projekty zaměřené na další vzdělávání učitelů fyziky. Na těchto projektech se často podílejí fakulty vzdělávající učitele.

V Praze se pracovníci PčF UK a MFF UK podílejí na projektu *Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi* [82]. Projekt je určen učitelům biologie, chemie, fyziky, geografie, geologie a matematiky na středních školách v Praze, kteří mají zájem o nové podněty pro svou práci. V rámci projektu budou vytvářeny a vyučujícím nabídnuty výukové materiály a pomůcky, které jim umožní doplnit obsah výuky o aktuální informace, včetně informací o aplikacích a zajímavých aktivitách pro žáky.

Pracovníci KDF MFF UK se v minulých letech podíleli již na několika projektech týkajících se dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Například v letech 2005-2007 to byl univerzitní projekt JPD3 CZ.04.3.07/3.1.01.1/0119 *Modulární systém dalšího vzdělávání učitelů základních a středních škol v Praze*, společně s KDM MFF UK jsme v letech 2006-

2008 řešili projekt OPRLZ CZ.04.1.03/3.1.15.2/0065 *Další vzdělávání učitelů fyziky a matematiky podporující rozvoj aktivizujících metod výuky*. Obsahem těchto projektů byla příprava a realizace kursů pro učitele, jejichž podstatnou složkou byla vlastní aktivní práce účastníků. Jako příklad mohu uvést úspěšný kurz *Aktivní práce se žáky*, který jsme připravili společně s dr. Dvořákem. O tomto kurzu budu více informovat v kapitole 12.1.

Pracovníci fakult vzdělávajících učitele se významně podílejí na profesním vzdělávání učitelů ve svých regionech. V současné době je například realizován projekt *Rozvoj profesních kompetencí učitelů fyziky základních a středních škol v Olomouckém kraji* [83] zaměřený na zvyšování odborných a pedagogických schopností a dovedností využívat aktivizující metody, moderní pomůcky, netradiční organizační formy výuky s ohledem na použití informačních technologií a na environmentální výchovu. Současně je cílem projektu poskytnout učitelům z praxe v rámci jejich dalšího vzdělávání formou interaktivních seminářů možnost získání potřebných kompetencí pro výuku fyziky na různých typech škol s ohledem na nové přístupy k výchovně vzdělávací činnosti fyziky a dalších přírodovědných předmětů.

V Jihomoravském kraji se dalšímu vzdělávání učitelů hodně věnuje i PŘF MU Brno, která z ESF získala podporu pro několik projektů týkajících se této oblasti [84]. Do několika mezinárodních projektů (včetně MOSEM) jsou zapojeni pracovníci PdF MU Brno [85]. Členové obou kateder pořádají pro učitele i další vzdělávací a popularizační akce.

V Jihočeském kraji pořádá Katedra fyziky Pedagogické fakulty JU každoročně zhruba deset přednášek a seminářů v rámci dalšího vzdělávání učitelů fyziky, které jsou určeny pro učitele fyziky ze základních, příp. středních škol. Semináře uskutečněné v roce 2010 jsou na webové stránce [86].

Pracovníci Katedry fyziky Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové pořádají pro učitele fyziky v Hradci Králové a v blízkém okolí různé aktivity, zaměřené například na pokusy s jednoduchými pomůckami [87].

Katedra fyziky PŘF UJEP v Ústí nad Labem připravuje pro učitele (nejen) fyziky mnoho zajímavých přednášek a seminářů [88].

Přednášky pro veřejnost, popularizační Dny vědy a další akce pořádají pro studenty a učitele i pracovníci oddělení fyziky Pedagogické fakulty ZČU Plzeň [89].

Ostravská Univerzita a její katedra fyziky organizuje pro zájemce z řad studentů i učitelů zajímavé přednášky a nabízí jim možnost spolupracovat na vytváření webových stránek [90].

Cílem výše uvedeného výčtu aktivit zaměřených na učitele fyziky nebylo podat vyčerpávající přehled o všech projektech a akcích tohoto druhu. (Nejsou zde například uvedeny akce související s Fyzikální olympiádou a dalšími soutěžemi.) Navíc vzdělávací akce a popularizační akce pro učitele i širokou veřejnost pořádají i další organizace – vysoké školy, hvězdárny, pedagogická centra a jiné vzdělávací subjekty, atd. Zájemce jistě najde dost informací na webových stránkách těchto institucí nebo na webových portálech věnovaných fyzice (například na FyzWebu [91]).

Celkově lze říci, že vzhledem k tomu, že v českém školství chybí systematická podpora kariérního růstu učitelů, je vzdělávání učitelů zcela závislé na ochotě učitelů se seminářů zúčastňovat, ochotě vedení škol účast na seminářích učitelům umožňovat a často samozřejmě na finanční situaci škol (pokud se nejedná o projekty v rámci ESF, které jsou často pro účastníky zdarma). Aktivní učitelé si obvykle najdou seminář, který je pro ně zajímavý, avšak ti učitelé, kteří se nechtějí vzdělávat, k tomu nejsou nijak vedeni.

Domníváme se, že vzdělávání učitelů v projektu Heuréka je specifické v tom, že se jedná o dlouhodobé metodické působení (základní kurz je dvouletý, mnozí učitelé se seminářů

Heuréky zúčastňují již více než deset let). Další význačnou charakteristikou je jeho neformálnost (učitelé bydlí ve škole, o jídlo se stará každý sám) a to, že probíhá o víkendech, čili není žádný problém se suplováním. Podrobněji se organizaci a obsahu našich seminářů budu věnovat v dalších kapitolách.

5.4 Zdroje metodických materiálů

Učitel, který zvládá angličtinu a hledá metodické materiály pro svoji výuku na webu, může být až zahlcen jejich množstvím. Existují webové stránky, na kterých lze nalézt přípravy na hodiny, pracovní listy, aplety, videosoubory, náměty na experimenty – prostě tisíce metodických materiálů použitelných pro výuku fyziky. Nevýhodou je v tomto případě samozřejmě jazyková bariéra.

Naštěstí i v českém prostředí již existují zdroje různých metodických materiálů, které může učitel poměrně snadno ve své výuce použít. Uvádět konkrétní odkazy však by bylo mimo zaměření této práce.

Jistý problém týkající se těchto zdrojů metodických materiálů vidím v tom, že učitel, který je často zcela vytížen běžnou prací ve škole, má jen málo času na to, aby procházel Internet a hledal, zda najde něco, co by mohlo být pro jeho žáky zajímavé. Z tohoto důvodu jsme pro učitele zapojené do projektu Heuréka zřídili interní wiki, na kterou kromě metodických materiálů Heuréky vkládáme i další materiály či odkazy na web, které jsou podle našeho názoru kvalitní a ve výuce dobře použitelné. Podrobněji o wiki Heuréky píšou v kapitole 11.1.

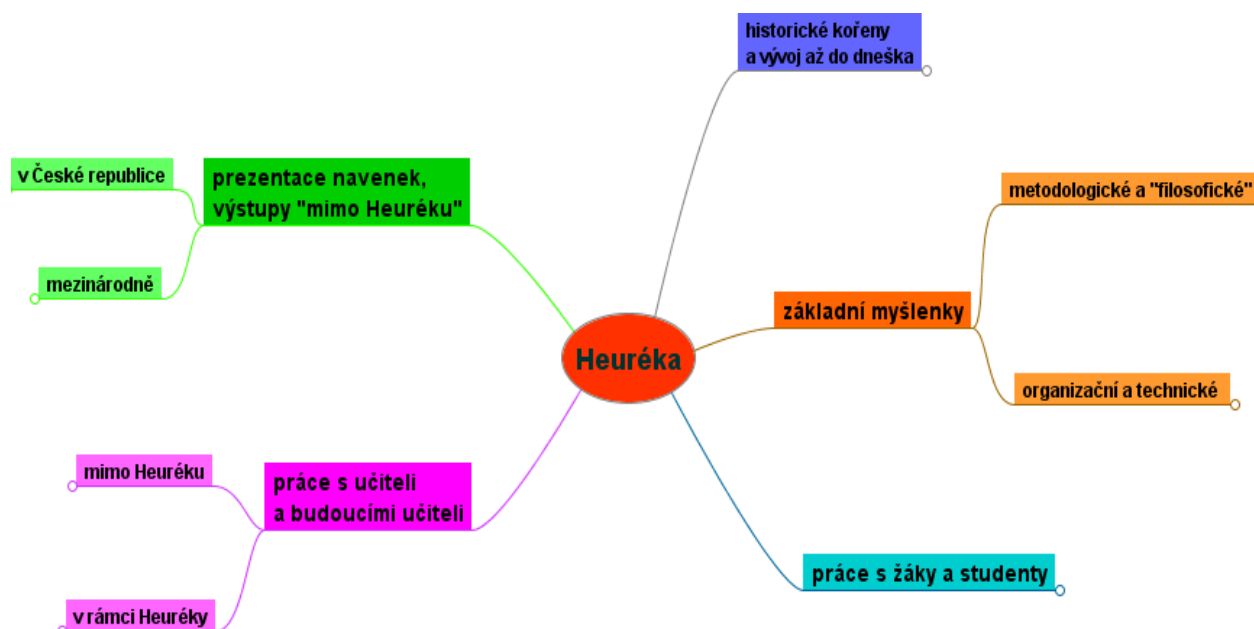
6. Co to je Heuréka

Přejděme nyní od nezbytného zasazení našich snah do širšího pojetého kontextu k samotnému projektu, jehož popis a reflexe bude jádrem této práce – k projektu Heuréka. Můžeme začít otázkou uvedenou v názvu kapitoly: Co je to vlastně Heuréka?

Na tuto jednoduchou otázku by bylo možné odpovídat na mnoha rovinách. Pro učitele, kteří s námi spolupracují již delší dobu, je to příležitost k setkávání s přáteli a zajímavými fyzikálními tématy, pro nové zájemce je to možnost naučit se novou a praxí ověřenou metodiku výuky fyziky, pro žáky, kteří jsou touto metodou vyučováni, je to vcelku normální výuka fyziky, při které se po nich chce, aby fyzice rozuměli a neučili se poučky nazpaměť, a pro mne osobně je to tak trochu přístup k životu a práci.

Celkově by asi dalo říci, že se jedná o projekt heuristické výuky fyziky², ve kterém se snažíme učit fyziku tak, aby si děti pokud možno co nejvíce fyzikálních poznatků vymyslely a „objevily“ samy na základě experimentů, problémů, otázek, atd. Učitel žákům látku nevykládá, ale vede je k aktivní práci, k formulaci hypotéz, jejich obhajování a ověřování. Výrazným způsobem se přitom mění atmosféra ve třídě, děti se nebojí diskutovat, předkládat své nápady, navrhovat řešení problémů. Tento způsob výuky se však učitel nemůže naučit sám studiem příruček či metodických materiálů. Pro zájemce o Heuréku tedy již od počátku projektu pořádáme víkendové semináře, jejichž náplň se mění podle toho, zda se jedná o nové zájemce nebo o učitele, kteří již mají zvládnuté základy metodiky výuky podle Heuréky.

Pokusila jsem se vytvořit mapu mysli (Obr. 2, Obr. 3), která by schematicky a zjednodušeně znázorňovala vše, co s projektem Heuréka souvisí (z důvodu přehlednosti jsem v ní nezachycovala vazby mezi jednotlivými větvemi, neboť je jich velmi mnoho). Na tomto místě mapu mysli jen krátce okomentuji, podrobnější rozbor jednotlivých oblastí uvedu v dalších kapitolách.



Obr. 2 Základní větve mapy mysli – Heuréka

² To, co rozumíme pod pojmem „heuristická výuka fyziky“, je obsahem dalších kapitol, kde bude projekt Heuréka blíže představen.

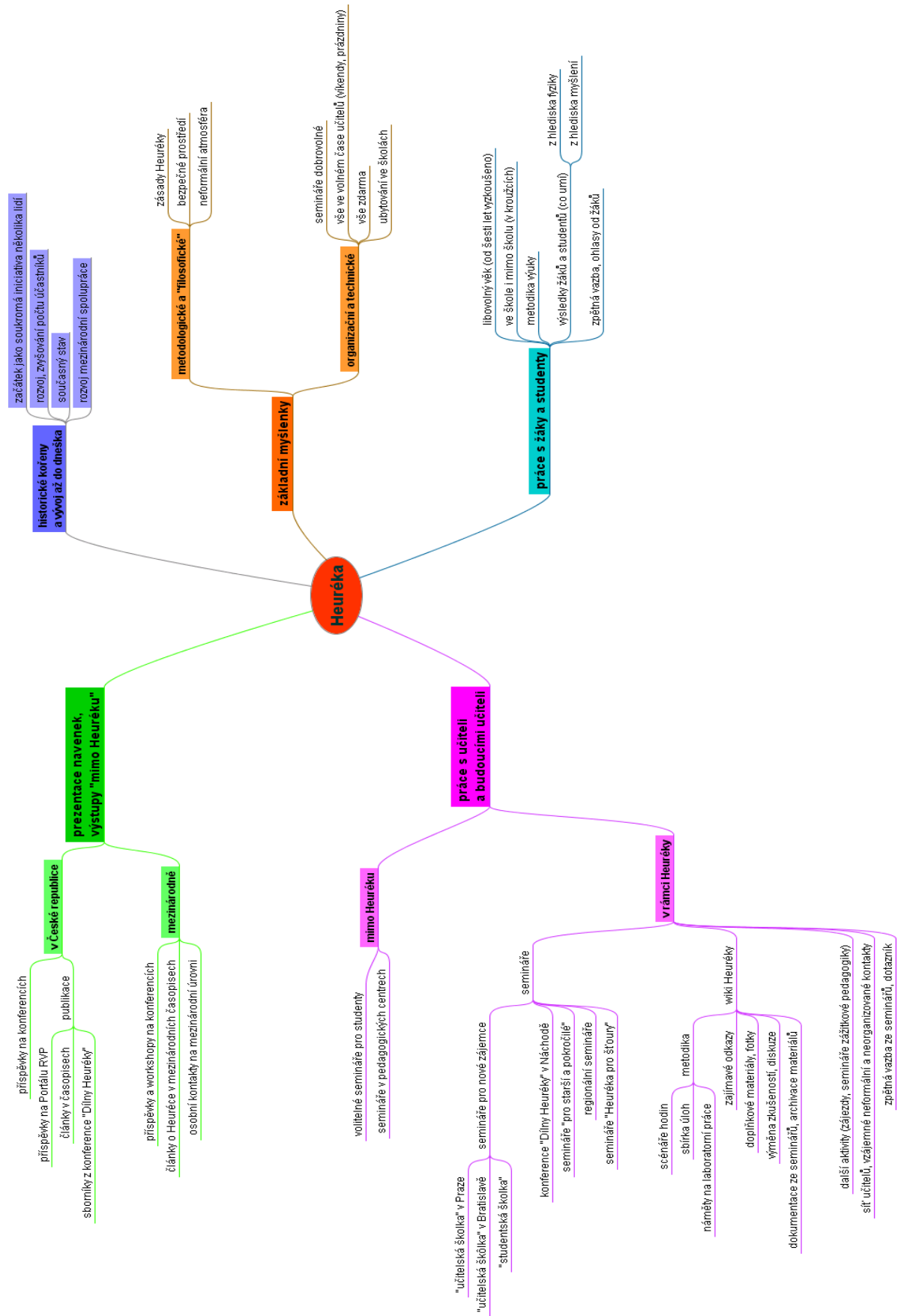
Jsem přesvědčena, že pro vytvoření základní představy o Heuréce je třeba popsat vznik projektu začátkem 90. let a jeho rozvoj až do dneška (tmavomodrá větev, 7. kapitola).

Dalším tématem, kterému se budu dosti podrobně věnovat, jsou základní myšlenky, které jsou pro Heuréku charakteristické, a to jak v oblasti metodologické a „filosofické“, tak v oblasti organizační a technické. Domnívám se, že právě tyto zásady vytvářejí z Heuréky alespoň v České republice poměrně výjimečný projekt. V této kapitole se také pokusím o porovnání Heuréky s výukou fyziky ve světě (hnědá větev, 8. kapitola).

To, jak se výše uvedené zásady promítají do konkrétní práce se žáky, uvedu na příkladech zpracování metodiky některých tematických celků (modrá větev, 9. kapitola). Ve 13. kapitole se pak budu věnovat výsledkům žáků a jejich názorům na tento způsob výuky.

V současné době za nejdůležitější část mé práce v projektu Heuréka považuji vzdělávání učitelů z praxe a studentů učitelství MFF UK. To, že se jedná o poměrně rozsáhlou problematiku, je vidět i v mapě mysli (fialová větev, 10. – 11. a 14. kapitola).

Poslední (zelená) větev je nazvána prezentace navenek. V kapitole 12 ukážu, jak prezentujeme projekt Heuréka učitelům v České republice, v kapitole 15 se pak budu věnovat kontaktům na mezinárodní úrovni a perspektivě jejich dalšího rozvoje.



Obr. 3 Celá mapa myslí – Heurika

7. Historické kořeny a vývoj projektu

Domnívám se, že pro vytvoření správné představy o tom, čemu dnes říkáme projekt Heuréka, je třeba se zmínit o jeho začátcích a o procesu jeho vzniku. Popíšu zde své zkušenosti, neboť se domnívám, že problémy, na něž jsem při výuce narážela, jsou společné mnoha učitelům a navíc tyto problémy a jejich řešení stály v počátcích celého projektu. Po skončení mého působení v Institutu dětí a mládeže v roce 1990 jsem nastoupila jako učitelka na základní školu. Setkala jsem se zde s velkým kontrastem oproti předchozímu zaměstnání. V IDM jsem vedla kroužky a letní tábory zaměřené na zájmovou matematiku a fyziku, setkávala jsem se s žáky a studenty, kteří o tyto obory měli zájem. Ve škole jsem však neuměla zaujmout všechny žáky, neznala jsem způsob, jak učit zajímavě, takže ve výsledku jsem se rychle dostala do situace, kdy to nebavilo ani mne, ani děti. Naštěstí jsem se díky našemu společnému známému seznámila s Bohumilem Bílým, který mi řekl, že by mi mohl pomoci s tímto problémem. Společně s několika dalšími lidmi, které také zajímalo, jak by bylo možné výuku fyziky zlepšit, jsme se v průběhu roku 1991 začali pravidelně scházet u něho v bytě. Je zajímavé, že skladba těchto lidí byla velmi různorodá. Mezi stálé účastníky těchto schůzek patřili kromě B. Bílého také lékař, inženýr se zaměřením na práci s počítači, odborný fyzik zabývající se neutronovou difrakcí, docent na katedře didaktiky fyziky MFF UK a pozdější spoluautor učebnic fyziky, učitelka na základní škole v Lysé nad Labem a já – učitelka na základní škole v Praze. Skladba lidí se postupem let obměňovala, ale výše uvedení lidé zůstávali jádrem této skupiny téměř deset let.

Jakýmsi neformálním vedoucím této skupiny lidí byl Bohumil Bílý. Narodil se v roce 1921, postihlo ho tedy zavření vysokých škol a nemohl vystudovat fyziku, o kterou se hodně zajímal. Za války pracoval jako totálně nasazený v rentgenové laboratoři ve Škodových závodech a též ve Fyzikálním ústavu AV. Po válce se rozhodl, že nebude pokračovat ve studiu fyziky, ale že půjde do kněžského semináře. Stal se tedy katolickým knězem (v posledních letech před odchodem do důchodu v r. 1992 sloužil v kostele sv. Ludmily na náměstí Míru). Celý život se věnoval studiu bible, kázal, psal své komentáře k náboženským textům. RNDr. Pavol Mikula, DrSc. (jeden z členů naší skupiny) postupně kázání a texty pana Bílého převádí do elektronické podoby a zveřejňuje na webu [92]. Lze říci (a z textů je to i patrné), že svůj zájem o fyziku však B. Bílý neopustil, že nikoliv náboženství ovlivňovalo jeho výuku fyziky, ale naopak, fyzika ovlivňovala jeho náboženské cítění a učení. Sám dokonce zdůrazňoval, že učí náboženství prostřednictvím fyziky. Během svého života zažil mnoho problémů s oficiálními církevními autoritami, neboť jeho přístup k věřícím byl velmi neobvyklý. Požadoval, aby lidé přemýšleli o tom, co dělají, aby nebyli slepí – v pohledu na sebe, na svůj život, ani ve víře v boha. Také nás, kteří jsme se u něj scházeli, nutil ke správnému přemýšlení. To bylo klíčové, a fyzikální problémy byly dobrým prostředkem k tomuto tréninku, neboť jeho slovy „přírodu nejde ukecat“ (omlouvám se za použití nespisovných výrazů, ale B. Bílý pro nespisovná slova daleko nechodil). Ve fyzice je kritériem pravdy experiment, nikoliv autorita učitele.

Tento přístup se stal základem nové metodiky výuky fyziky, která s náboženstvím nemá zcela nic společného, ale snaží se vést žáky právě ke kritickému přemýšlení, nikoliv bezduchému opakování naučených pouček. V průběhu let 1991 až zhruba 1996 jsme společně vytvářeli tuto metodiku, diskutovali o vhodných experimentech, a samozřejmě je také zkoušeli. Já jsem současně metodiku ověřovala ve škole, zapisovala ji, doplňovala a upravovala. Postupně se náplň našich schůzek přesouvala od fyziky k jiným problémům, mimo jiné i vzhledem ke zhoršujícímu se zdravotnímu stavu B. Bílého (zemřel v únoru roku 2002).

Jak jsem se již zmínila, metodiku heuristické výuky fyziky jsme začali vytvářet začátkem roku 1991, od začátku školního roku 1991/1992 jsem ji začala ověřovat ve škole. Výsledky

byly hned od začátku poměrně překvapivé. Děti velmi dobře reagovaly, jejich přístup k práci se výrazně změnil. Bylo vidět, že je fyzika baví. Diskutovaly o předložených problémech, řešily dobrovolné domácí úkoly, atmosféra ve třídě byla zcela odlišná od té, kterou jsem zažila rok předtím.

O našem přístupu k výuce fyziky jsem na jaře 1992 referovala na konferenci učitelů ve Vlašimi a několik učitelů projevilo zájem se o naši metodice dozvědět více. Díky pochopení vedení naší školy jsme začali ve škole pořádat víkendové semináře pro učitele, na kterých jsme se společně tento nový přístup učili. Název Heuréka vznikl v roce 1992, kdy jsme se přihlásili do programu ExTra, který vyhlásilo MŠMT na podporu inovativních přístupů ke vzdělávání. Požádali jsme o dotaci ve výši 200 tisíc korun a také jsme ji získali. Díky těmto penězům jsme mohli doplnit vybavení kabinetu fyziky pomůckami, které jsem na svoji výuku potřebovala, a mohla jsem si koupit počítač, do kterého jsem vznikající metodické materiály začala zapisovat. Seminářů se v tomto prvním období zúčastňovalo přibližně 5 – 6 učitelů (někteří z nich zůstali v Heuréce dodnes). Zpočátku víkendové semináře vedl B. Bílý, postupně jsem stále větší podíl přebírala sama.

Zlom v počtu účastníků Heuréky přinesl rok 2002. Díky mým příspěvkům na různých konferencích se do projektu hlásilo stále více zájemců z řad učitelů, takže víkendového semináře v lednu 2002 se zúčastnilo již téměř dvacet učitelů. Na jaře 2002 o projektu Heuréka vyšel článek v časopise *Moderní vyučování* [93] a také jsem já sama publikovala několik článků v časopisech [A1], [A2], [A3], [A4]. Reakce učitelů byla taková, že jsme získali najednou téměř třicet nových zájemců. Z tohoto důvodu byl ve školním roce 2002/2003 zahájen první dvouletý cyklus seminářů pro nové zájemce, který jsme neoficiálně nazvali „učitelská školka“ (správnější výraz „cyklus seminářů pro nové zájemce“ je přece jen pro běžné používání méně vhodný a účastníci těchto seminářů jsou hrdí na to, že znovu chodí „do školky“). Zájem učitelů dále trvá, ve školním roce 2010/2011 byl zahájen již pátý běh těchto seminářů. Našich seminářů se zúčastňovali i učitelé ze Slovenska. Kolegyně z Bratislavy získaly postupně tolik zkušeností, že jsem jim předala i metodiku vedení seminářů a v lednu 2010 začal již druhý běh seminářů pro nové zájemce na Slovensku. Podrobněji se vzdělávání učitelů v projektu Heuréka budu věnovat v dalších kapitolách práce.

Jsem velmi ráda, že je projekt Heuréka od samého začátku podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK (ostatně v kolektivu tvůrců projektu Heuréka byl i doc. RNDr. Milan Rojko, CSc., tehdejší vedoucí KDF, který je i autorem názvu projektu). Od prosince 2002 jsem na částečný úvazek zaměstnána na KDF MFF UK a vedení projektu Heuréka je částí mé pracovní náplně.

Finančně byla Heuréka podpořena několika úspěšně vyřešenými granty. Jednalo se o dílčí části Rozvojových projektů MŠMT a v minulosti i grantů získaných v rámci FRVŠ. V roce 2010 šlo například o dílčí část rozvojového projektu 14/38/2010 *Podpora informačních center a spolupráce se středními školami i veřejností na MFF UK*. Semináře Heuréky byly také součástí kurzů dalšího vzdělávání učitelů v rámci dvou univerzitních projektů podpořených z ESF. (Podrobněji viz kap. 12.1.)

V současné době se rozvíjejí i zahraniční kontakty. (Spolupráci s kolegy ze Slovenska přece jen nevnímáme jako zahraniční.) O projektu Heuréka jsme referovali na několika mezinárodních konferencích (zmíním se o nich podrobněji později v kapitole 15) a kolegové ze zahraničí projevili zájem se některých našich seminářů zúčastnit. Z celkem pochopitelných důvodů je zahraničním účastníkům nejpřístupnější konference „*Dílny Heuréky*“, pořádaná každoročně koncem září či začátkem října v Náchodě. Na této konferenci je nejmenší jazyková bariéra, neboť program je tvořen pracovními dílnami, kterých se bez problémů mohou zúčastnit i cizinci.

Kromě toho, že přijíždějí zahraniční kolegové na naše semináře, prezentujeme Heuréku i my v zahraničí. Kromě standardních, zhruba 15 minutových příspěvků či posterů na různých konferencích jsme mohli seznámit zahraniční učitele i s ukázkou metodiky výuky fyziky podle projektu Heuréka. Na třech seminářích či konferencích (ve Slovinsku, ve Francii a v Mexiku) jsem měla možnost během 1,5 hodinového workshopu předvést učitelům, jak se žáky pracují. Potěšilo mne, že i kolegové v zahraničí byli ochotni si hrát stejně, jako žáci ve třídě a naši učitelé na seminářích. Vedení výuky v angličtině je pro mne sice náročnější než v češtině, přesto se nám snad podařilo trochu z atmosféry našich seminářů do zahraničí přivést.



Obr. 4 Nejmladší účastník konference v Mexiku

8. Základní myšlenky „vzdělávání podle Heuréky“

V této kapitole bych chtěla popsat základní myšlenky a zásady, které jsou pro projekt Heuréka charakteristické. Nejdříve se budu věnovat myšlenkovým principům, ze kterých při své práci vycházíme, a potom popíšu organizační a technické zásady, které mají velký význam pro realizaci těchto principů hlavně při vzdělávání učitelů.

8.1 Myšlenkové a metodologické zásady

Uvedu zde hlavní myšlenkové a metodologické zásady „výuky podle Heuréky“ tak, jak jsme je v průběhu let naformulovali. Zde uvedený přístup k výuce uplatňuji nejen při svých hodinách, ale i na seminářích, kde jsou učitelé také v roli žáků – pracují stejně jako oni, řeší podobné problémy. Ráda bych ale zdůraznila, že zde uvedené „zásady“ nejsou žádná dogmata. Podstatné také není jejich přesné znění či pořadí, důležitý je celkový smysl.

Je samozřejmé, že řada našich myšlenek není jedinečná, že se objevují i v mnoha jiných pedagogických konceptech, některé z nich jsem uvedla v kapitolách 3 a 4. Považuji však za podstatné, že v projektu Heuréka tvoří celý systém navzájem provázaných zásad, konkretizujících ucelený vzdělávací přístup. V této kapitole nejdříve uvedu jednotlivé dílčí základní myšlenky a na závěr se je pokusím shrnout, celkově náš přístup charakterizovat a porovnat ho s tím, co doporučují autoři v některých zahraničních pramenech.

Ještě poznámka - dovolím si v těchto zásadách (i v dalším textu práce) používat i méně odborný výraz *děti*. Připadá mi totiž, že není dobře, pokud se ve škole mluví pouze o žácích a zapomíná se, že jsou to také děti. Je samozřejmé, že učitel na střední škole bude spíše mluvit o studentech než o žácích a dětech, avšak smysl těchto zásad zůstává stejný, ať se jedná o malé děti ve fyzikálním kroužku, žáky druhého stupně základní školy, středoškoláky, vysokoškoláky či učitele.

V těchto zásadách se věnuji vztahu učitel – žák, roli učitele a základním strategiím výuky. Podrobnější charakteristiku „výuky podle Heuréky“ uvedu později v kapitole 9.

1. Je třeba domluvit pravidla vzájemné interakce, která dodržují nejen děti, ale i učitel. Jedním ze základních pravidel je, že se nikdo nikomu neposmívá za jeho názory, třeba i chybné.

Domluvení „pravidel chování“ pomáhá při plnění prakticky všech ostatních zásad práce podle projektu Heuréka.

Jak jsem uvedla v nadpise, jedním ze základních pravidel je, že se nikdo nikomu neposmívá za jeho názory. Jedině v případě, kdy se děti cítí v hodině bezpečně, může probíhat skutečné učení. Pokud jsou děti ve stresu, bojí se, že když řeknou něco špatně, budou se jim spolužáci smát či posmívat (a v horším případě je bude ironizovat i učitel), tak nemohou projevit svoji kreativitu, nemohou volně přemýšlet.

Na začátku každého školního roku, když pravidla s dětmi formulujeme či opakujeme, mluvíme i o tom, co učitel žákům nabízí, a co naopak od žáků potřebuje. Nabízí jim zajímavou výuku, experimenty, možnost se na výuce podílet. Tento způsob výuky je však pro něj náročný. K tomu, aby takto výuka mohla probíhat, učitel potřebuje, aby žáci byli ochotni přemýšlet, soustředit se na práci, spolupracovat. Je třeba se tedy domluvit na tom, zda jsou žáci ochotni takto se v hodinách chovat. Pokud se učitel na tomto pravidle s dětmi domluví a někdy později se stane, že děti zapomenou na toto domluvené pravidlo, začnou v hodině vyrušovat a přestanou spolupracovat, může se učitel na pravidlo odvolat, v krajním případě může i přerušit výuku podle projektu a

přejít k výuce fyziky pouze „s křídou a tabulí“. Děti se většinou brzy zklidní a žádají znovu o experimenty, o zajímavou práci při hodinách.

Další pravidla se týkají způsobu hodnocení práce žáků, používání sešitů a učebnic a nejsou již tolik charakteristická pro samotnou výuku podle Heuréky, ale spíše souvisí s osobností učitele a jeho systémem práce.

Domluvení pravidel je nezbytné i na prvním setkání nových zájemců o naše semináře. Stejně jako ve třídě, tak i na seminářích pro učitele je vytvoření bezpečné atmosféry zcela klíčové. Učitelé se na seminářích často setkávají se situacemi, kdy zjišťují, že mají mezery ve znalostech i elementárních partiích fyziky na základní škole. Je samozřejmé, že tato situace není pro nikoho příjemná a dotyčný tedy potřebuje podporu ostatních. Každý musí cítit, že se mu nikdo nebude posmívat, pokud přizná neznalost v látce základní školy. Všichni účastníci seminářů musí vnímat správnost a důležitost toho, když se zeptají, když připustí, že něčemu nerozumí. Tato bezpečná atmosféra se ale nevytvoří tím, že vedoucí semináře sdělí účastníkům „Nebojte se se zeptat.“ Je to poměrně náročný proces, který je však naprosto nezbytný pro to, aby výuka podle Heuréky mohla fungovat. Stejný názor na nutnost domluvení pravidel na seminářích je uveden v článku [63], jak jsem popsala v části 5.1. Jak se nám daří tuto zásadu dodržovat, je vidět z ohlasů učitelů v kapitole 14.2.

2. Kritériem pravdy není sdělení učitele, ale realita.

Toto je velká výhoda fyziky na rozdíl třeba od humanitních věd. Děti jsou ve škole zvyklé, že po vyřešení nějaké úlohy jim učitel řekne, zda je to dobře nebo ne. Spoléhají tedy na jeho autoritu (případně na správné řešení v učebnici či sbírce). Učitel fyziky může v mnoha případech vést děti k tomu, aby se o pravdivosti svých hypotéz a řešení přesvědčily pomocí experimentu samy (samozřejmě jen do určité úrovně – v rámci diskuze o možných příčinách havárie jaderné elektrárny by bylo jistě vhodnější se o pravdivosti hypotéz seznámit v literatuře či na Internetu). Realita je pak skutečně kritériem objektivní pravdy. Jestliže žáci zapojí jednoduchý elektrický obvod a žárovka nesvítí, musí přiznat, že někde udělali chybu, použili vybitou baterii, přerušovaný vodič nebo spálenou žárovku, nemohou říci, že za to nemůžou, že oni to měli dobře.

V Heuréce se snažíme tuto výhodu fyziky využívat velmi často jak v běžných hodinách, tak v laboratorních pracích a učit žáky kriticky se dívat na vlastní výsledky práce. Jestliže například žáci pomocí Ohmova zákona určí velikost neznámého odporu a přijdou se zeptat, zda mají výsledek dobře, dám jim k dispozici tabulku s proužkovým kódem, aby sami určili správnou hodnotu odporu daného rezistoru. Navíc pak můžeme diskutovat o tom, zda jejich naměřená hodnota 126Ω je správná, když na rezistoru je uvedena hodnota 120Ω , jaká je tolerance přesnosti, jaký může být vliv chyb měření apod.

3. Základem výuky je dialog, otázka.

Děti se učí pozorovat děje, popisovat je a potom se pokouší pozorované skutečnosti vysvětlovat a vyvozovat fyzikální zákonitosti. Během celého tohoto procesu pomáhá učitel žákům kladením vhodných otázek. V průběhu celé hodiny můžeme pozorovat vysokou míru interakce učitele s dětmi, a také komunikace mezi dětmi navzájem.

Problematicke kladení otázek je věnována nemalá část pedagogické literatury (dobře je známa například Bloomova taxonomie). Konkrétní příklad vyučovací hodiny, ve které

se uplatňuje otázka jako základní metoda vedení práce žáků, je uveden dále v kapitole 9.

4. Učitel je v roli průvodce – musí znát nejen jednu cestu, ale „mapu krajiny“. Díky tomu nemá strach, když děti někam zahrnou, nebojí se dětských otázek.

Seznámit se s celou „krajinou fyzikálních poznatků“ probíraných na základní škole samozřejmě není pro učitele úplně jednoduché, často přitom zjistí, že s mnohými zákoutími (i elementárních částí) fyziky se dosud nesešel, že má mezery v pochopení např. Newtonových zákonů, elektrostatiky, apod. Hledání hlubších souvislostí, zpřesňování odborných znalostí učitelů je také jednou z hlavních součástí našich seminářů pro učitele. Pokud si je učitel zcela jistý, kde se v danou chvíli v této imaginární „krajině“ se třídou nachází, kudy vedou cestičky k dalšímu postupnému cíli, může dětem nechat velkou iniciativu v tom, kudy přesně při objevování fyzikálních zákonitostí společně půjdou. Tento způsob výuky mu tedy dává také značnou výhodu při přípravě na hodinu. Mnozí zkušenější učitelé z Heuréky říkají, že se vlastně na hodiny nemusí složitě připravovat. Rozmyslí si, kde jsou a kam chtějí dojít, připraví si předpokládané pomůcky a to je vše. Jak konkrétně bude hodina probíhat, už si připravovat nemusí, neboť to už záleží na dětech.

5. Učitel zachází s dětmi i s rodiči jako s partnery

Tato zásada by měla být samozřejmá nejen ve výuce fyziky, ale ve všech případech, kdy učitel jedná s dětmi, studenty, rodiči či kolegy. Podle Heuréky nemůže učit někdo, kdo sám sebe považuje ve třídě za nadřazeného, někdo, kdo žákům přiznává jen povinnosti a žádná práva. Takový člověk určitě nemůže vytvořit ve třídě atmosféru bezpečí, která je pro náš styl výuky nezbytná.

6. Zodpovědnost za svoji práci mají děti, učitel jen nabízí. Pokud někdo nechce, nelze ho donutit se učit, ale pak je hodnocen podle toho, co umí.

Zásada, která platí jen do jisté míry. Učitel je samozřejmě odpovědný za to, jakým způsobem s dětmi pracuje. Na druhou stranu by ale i děti měly pociťovat zodpovědnost za své učení a jeho výsledky, a také spoluzodpovědnost za atmosféru ve třídě. Setkávám se ve škole či na různých seminářích s kolegy, kteří jsou nešťastní z toho, že se jim přes veškerou snahu nedaří některé žáky zaujmout, dovést (ani donutit) je k tomu, aby začali pracovat. Pokud tito učitelé přijmou výše uvedenou zásadu (která platí podle mého názoru nejen v Heuréce, ale při jakémkoliv učení) a přenechají část zodpovědnosti svým žákům, tak nejen, že se jim samotným uleví, ale často se i práce žáků zlepší.

7. Výuka si klade cíle smysluplné (pro děti i učitele).

Zdánlivě triviální zásada, ale je vždy dodržována? „Smysluplnost“ pro žáky může vycházet z jejich přirozené zvědavosti, touhy uplatnit se, apod. Motivující a smysluplné tedy může být například řešit zajímavé problémy (tedy problémy zajímavé pro žáky), tvořit, uplatnit přitom vlastní nápady a s výsledkem se pochlubit ostatním. Nebo prostě snažit se lépe porozumět něčemu z reálného světa kolem nás – a dojít k tomuto porozumění vlastním úsilím, v interakci s vrstevníky.

Každý učitel z vlastní praxe ví, že motivace žáků a jejich ochota přemýšlet se s věkem výrazně mění. Samozřejmě jednodušší je aktivizovat mladší žáky, učit fyziku v šesté třídě je radost. Občas jsem přebírala fyziku v osmé třídě po některém z kolegů, který

nevyžadoval po žácích takovou míru porozumění principům, jako já. Pak jsem si připadala, jako když roztlačím naložený vlak. Přinutit některé čtrnáctileté žáky začít používat aktivně vlastní mozek byl velmi náročný úkol.

Pro učitele je smysluplné, když vzbudí aktivitu žáků, vidí, že je podněcuje k přemýšlení a tvůrčí činnosti – a zároveň je přirozeně vede ke vzájemné spolupráci, ochotě vyslechnout názor druhého a zamyslet se nad ním, a k dalším dovednostem, které budou v životě potřebovat leckdy víc, než znalost konkrétních fyzikálních faktů.

8. Chyba je normální, žádná odpověď není zavrženíhodná.

Během historického vývoje fyzikálních teorií se objevilo velmi mnoho slepých cest. Jestliže tedy vedeme děti k tomu, aby zkráceně, pod vedením učitele, ale přesto do značné míry samostatně prošly podobnou cestou objevování fyzikálních poznatků, je samozřejmé, že také narazí na slepé cesty, budou dělat chyby. Měly by se však naučit, že chyba je samozřejmou součástí poznávacího procesu, že za ni nebudou trestány (a to ani ironickými poznámkami spolužáků či dokonce učitele). Rozbor chyby (připomínám, že se často jedná o rozbor experimentu, který dopadl jinak, než žáci očekávali – viz zásada č. 2) je naopak může dovést na správnou cestu.

Tato zásada beze zbytku platí v procesu objevování, zkoumání nových věcí. V písemných pracích již samozřejmě očekávám, že žáci budou odpovídat správně. Avšak i v písemkách se může stát, že na otázku, na kterou je správná odpověď „*Ne, protože...*“; žák odpoví „*Ano, protože...*“. Jeho odpověď je sice nesprávná, ale může být vnitřně konzistentní, dává smysl. Já pak v tomto případě při opravování písemky ocením to, jak žák uvažoval, a ohodnotím jeho odpověď alespoň částí bodů.

9. Vychází se z toho, co děti znají ze života.

Děti do doby, než se začaly učit fyziku, nežily v informačním vakuu. Spoustu věcí znají z praxe, z televize, dnes již i z Internetu. Bylo by škoda těchto informací nevyužít při práci ve třídě. V mnoha případech nám to pomáhá a můžeme navazovat nové poznatky na předchozí znalosti.

Na druhou stranu si děti během svého života vytvořily mnoho představ o tom, jak svět funguje a některé z těchto představ mohou být fyzikálně špatně (děti si vytvořily tzv. prekoncepce či miskoncepce). Překonávání těchto prekonceptů je obtížnou součástí fyzikálního vzdělávání a podle mnoha výzkumů se je ve velké části populace překonat nedaří. Výzkumu prekonceptů se v českých zemích dlouhodobě věnuje Dana Mandíková [94].

Někdy se také stává, že žáci znají nějaký odborný termín, ale nemají k němu přiřazenu správnou představu, nebo je jejich představa jen velmi vágní. Typickým případem je situace, kdy vezmu do ruky plastovou tyč, tře ji kožešinou a k tyči se začnou přitahovat drobné papírky. V tu chvíli na mne děti začínají pokřikovat slova jako *elektrika*, *elektrina*, dokonce *elektrostatistika*, atd. Když se jich ale zeptám, co vlastně znamenají ta slova, která říkají, tak již nevědí. V těchto případech je musím požádat, aby zapomněly, že o tom něco slyšely, a aby začaly daný jev zkoumat od začátku.

10. Pojmy se zavádějí na konec, jako výsledek pozorování.

Při budování pojmu se nezačíná názvem (případně nadpisem na tabuli), ale sbíráním poznatků. Děti pro popis jevů používají běžný jazyk. Učitel tento jazyk akceptuje a požívá ho při zápise dětských myšlenek, nemění formulace tak, aby to bylo „fyzikálně

správně“ (Viz příklad v kapitole 9.1). Odborné fyzikální termíny se zavádějí až poté, kdy mají děti vytvořenou poměrně dobrou představu o obsahu tohoto termínu, o jeho významu (např. pojem elektrický náboj zavádíme až po prozkoumání jeho základních vlastností). Tento postup užíváme proto, abychom snížili pravděpodobnost, že si dítě zapamatuje pouze slovo, bez porozumění jeho obsahu. Jeden ze spoluautorů Heuréky, Milan Rojko, používá k ilustraci této zásady jeden příklad, který si zde dovoluji uvést (nejedná se o doslovnou citaci, ale smysl je zachován): „*Běžně výuka začíná tím, že se vezme pytel, na ten se nalepí cedule a pak se do toho sypou poznatky. Nikdo si ale nevšimne, že ten pytel má dole díru, takže nakonec zůstane prázdný pytel, na kterém je nalepená cedule. V Heuréce se snažíme nejdříve ten pytel naplnit a pak teprve na něj nalepit tu ceduli.*“

Podobný příklad uvádí i R. Feynmann v knize *Radost z poznání* [95]:

„Hrál jsem si s ostatními a jedno z děcek mi povídá: „Vidiš támhle toho ptáka, že nevíš, jak se jmenuje?“ Řekl jsem mu, že nemám nejmenší ponětí. On na to: „Je to drozd hnědý,“ nebo něco takového. „Tvůj táta tě nic nenaučí!“ Jenže opak byl pravdou: otec tohle se mnou probral. Podíval se na toho ptáka a řekl mi: „Viš, jak se tenhle pták jmenuje? Je to drozd hnědý. Ale Portugalci mu říkají tak a tak, italsky je to takhle a Čiňani mu říkají zase takhle, a tak dále. Takže můžeš klidně vědět, jak se ten pták jmenuje v kolika jazycích chceš, a stejně o tom ptáku nevíš absolutně nic. Viš jenom, jak mu říkají lidi na různých místech. A teď,“ řekl, „si toho ptáka prohlédneme.“ Naučil mne všímavosti. [...] Tomuhle říkám hluboké porozumění – nejde o to, jak se co jmenuje; otec chápal rozdíl mezi tím, když umíme nějaký jev pojmenovat, a když mu rozumíme – takže i já se to hodně brzy naučil taky.“

V Heuréce se snažíme, aby se v hlavách dětí neukládala prázdná slova, ale aby v nich vznikl obraz reality. Chtěli bychom, aby rozuměly světu kolem sebe a dokonce aby věděly, co to znamená *něčemu rozumět*, vedeme je tedy na jistou elementární metakognitivní úroveň (viz též 9.2). Jsem si vědoma toho, že tento cíl je hodně vzdálený, že ani mnoho dospělých neví, co to znamená *něčemu rozumět*, ale přesto se snažíme alespoň část dětí k tomuto poznání přivést.

8.2 Zásady Heuréky jsou náročné, ale široce použitelné

Je samozřejmé, že uplatňování všech těchto zásad při výuce je pro učitele náročné. Učitelé, kteří do našeho projektu přicházejí a chtějí tímto způsobem učit, musí někdy výrazně měnit svůj styl práce se žáky. Pokud to však udělají, pak velmi rychle zjišťují, že se mění i atmosféra ve třídě, že žáci lépe spolupracují s učitelem i mezi sebou. Na druhou stranu, pokud učitelé tyto zásady „přejdou do krve“, uplatňuje je již zcela automaticky. Já sama si uvědomuji, že když jdu suplovat třeba vlastivědu do čtvrté třídy, tak „učím podle Heuréky“ – používám stejné metody práce, stejně komunikuji se žáky, jako když učím fyziku ve svých třídách.

Ráda bych zde uvedla i odkazy na webové stránky několika učitelů, kteří metodiku Heuréky již delší dobu úspěšně používají a rozvíjejí ve své práci se žáky. Mezi „zakládající členy“ Heuréky patří Miroslava Černá z Litovle, která vede i kroužek mladých debružářů [96]. To, že používání výše uvedených zásad není omezeno věkem žáků na druhém stupni základní školy, dokazují zkušenosti dalších kolegů z Heuréky. Jako příklad mohu uvést kroužek *Hrajeme si s fyzikou* pro žáky prvního stupně, který jsem zakládala u nás ve škole zhruba před patnácti lety. Tento kroužek běží dodnes, a v současné době ho vede Věra Koudelková [97]. Jednu skupinu tvoří žáci prvních a druhých tříd, druhou skupinu žáci třetích a čtvrtých tříd. V. Koudelková

se zúčastňuje seminářů projektu Heuréka a v práci kroužku uplatňuje jeho zásady a používá jeho metodiku (samozřejmě ve zjednodušené verzi, přizpůsobené věku, schopnostem a dovednostem žáků). Další kroužek fyziky pro mladší děti, který využívá náměty z Heuréky a vychází ze stejných zásad [98], vede na své škole Václava Kopecká, která je autorkou i příruček pro učitele [99].



Obr. 5 Účastníci kroužku *Hrajeme si s fyzikou* zkoumají mýdlové bubliny

Na druhém konci věkového spektra jsou studenti gymnázií a středních průmyslových škol, kteří se také učí fyziku způsobem vycházejícím ze zásad projektu Heuréka. Mnozí dlouholetí účastníci našeho projektu pracují na středních školách a náš přístup úspěšně využívají. Uvádím zde pouze odkazy na webové stránky několika kolegů, kde jsou publikovány metodické materiály, zkušenosti z výuky, atd. Na SPŠST v Praze učí Jaroslav Reichl [100], na Jiráskově gymnáziu v Náchodě Zdeněk Polák [101], na Gymnáziu Špitálská v Praze Stanislav Gottwald [102], na SPŠ a VOŠT v Brně učí Miroslav Burda [103]. Zkušenosti získané na seminářích projektu Heuréka využívá ve své práci na PedF UHK i Jana Česáková [87]. Přímou inspirací pro metodiku Heuréky byl Peter Horváth při psaní části textu slovenské učebnice fyziky pro studenty 2. ročníku gymnázií [104].

Samozřejmě ještě starší jsou studenti učitelství fyziky na MFF UK. Pro budoucí učitele fyziky, kteří mají o výuku podle Heuréky zájem, je určen volitelný seminář *Heuristické metody výuky fyziky I – IV* (neformálně zvaný „studentská školka“). Jedná se o čtyřsemestrální cyklus seminářů, na který se hlásí obvykle studenti druhého a třetího ročníku bakalářského studia. Obsah těchto seminářů je prakticky stejný jako obsah „učitelské školky“, pouze se studenti nescházejí o víkendech, ale každý týden na dvě hodiny.

Vybrané části metodiky Heuréky používáme i při výuce v dalších volitelných seminářích pro studenty učitelství ve druhém a třetím semestru bakalářského studia. Jedná se o semináře *Elektrina a magnetismus krok za krokem* a *Optika krok za krokem*. V těchto seminářích mají studenti možnost si doplnit a prohloubit své fyzikální představy v těchto oborech a prakticky si vyzkoušet experimenty s jednoduchými pomůckami. Výuka elementárních partií je na seminářích také propojována s vysokoškolskou fyzikou, se kterou jsou studenti paralelně

seznamování na odborných fyzikálních přednáškách. Podrobněji se budu seminářům pro studenty učitelství fyziky věnovat v kapitole 10.

Kromě toho některými myšlenkami a principy projektu Heuréka jsou ovlivněny i přednášky doc. Leoše Dvořáka na MFF UK.

A navíc, jak jsem již zmínila dříve, stejné zásady používáme i na seminářích pro učitele z praxe. Jak účastníci seminářů hodnotí dopad Heuréky na sebe jako člověka i jako učitele, zda a jak ve své práci používají výuku podle Heuréky, bude uvedeno v kapitole 14.

8.3 Srovnání zásad Heuréky s dalšími pedagogickými přístupy

V kapitole 3.4 byly popsány základní zásady konstruktivismu podle odborných publikací. Může být zajímavé je porovnat se zásadami výuky podle projektu Heuréka uvedenými výše v kapitole 8.1.

Jak jsem již uvedla v kapitole 7, Heuréka vznikala v době, kdy nikdo z autorů neměl kontakt se zahraniční pedagogickou literaturou. Přesto však lze mluvit o „souznění“ obou přístupů. Pokusím se nyní porovnat základní zásady Heuréky se zásadami konstruktivistického a „inquiry“ přístupu, jak jsou uvedeny v odborné literatuře a jak jsem je popsala v předchozích kapitolách.

V zásadě č. 1 v kapitole 8.1 je uvedena nutnost domluvení pravidel a vytvoření prostředí, ve kterém se všichni zúčastnění budou cítit bezpečně. To je v mnoha publikacích považováno za zcela nezbytné pro to, aby vůbec mohlo dojít k procesu učení. Zdůrazněno je to například v [37] a [63]. V publikaci [37] je hned první výzkumné zjištění nazváno *Podporující klima třídy* a je uvedeno mottem „*Nejlépe se žáci učí v soudržném a pečujícím společenství (komunitě).*“ Autoři uvádějí (citují):

Učitel posiluje zaměření na učení tím, že užívá činnosti, v nichž je kladen důraz na to, co se z nich žáci naučí, v kterých jsou chyby pokládány za přirozenou součást procesu učení a při nichž jsou žáci vedeni ke společné práci a vzájemné pomoci. Žáci se učí, že mohou bez pocitu zahanbení klást otázky a přispívat svými nápady během výuky beze strachu, že se jim někdo bude kvůli tomu vysmívat. Zvykají si při mnoha učebních činnostech spolupracovat ve dvojicích nebo v malých skupinách.“

I podle našich zkušeností je vytvoření bezpečné atmosféry zcela nezbytnou podmínkou pro skutečné učení se.

Vytváření hypotéz, jejich formulování a ověřování experimentem, o kterých mluví zásada č. 2, patří mezi základní charakteristiky konstruktivistické výuky (viz například [31], [33]). Avšak zdůrazňování postoje, kdy kritériem pravdy je při výuce co nejčastěji experiment, realita, nikoliv autorita učitele, je podle mého názoru hodně specifické pro výuku podle Heuréky. V odborné literatuře je tento postoj zahrnut spíše implicitně, tolik se nezdůrazňuje, přestože se podle mého názoru jedná o mimořádnou výhodu fyziky jako vyučovacího předmětu. V dějepise se žáci o správnosti svých hypotéz mohou přesvědčit zase jen pomocí nějaké autority – odborné knihy, encyklopedie, apod. V zeměpise by cestování po světě kvůli ověřování hypotéz mohlo být sice zajímavé, avšak reálně ve škole neproveditelné. V chemii zase tomuto postupu často brání striktní bezpečnostní pravidla týkající se experimentování s různými chemickými látkami. Fyzika však na taková omezení většinou nenaráží, často je možné experimenty provádět s poměrně jednoduchými pomůckami, které nejsou ani finančně náročné.

Dialog a řízení výuky pomocí otázek je opět jednou ze základních charakteristik aktivizující výuky (viz například [31]).

Obsah zásady č. 4 v kapitole 8.1 je podle mého názoru velmi důležitý pro to, aby učitel neměl strach přenechat alespoň částečně řízení hodiny žákům. Pokud skutečně zná „mapu krajiny“, ve které se s žáky pohybuje, může se nechat vést žáky (alespoň do jisté míry). K tomu je však potřeba, aby učitel velmi dobře znal danou oblast fyziky a dětských (někdy hodně zvědavých) otázek se nebál. Tato potřeba je zdůrazněna i v [39]. Samozřejmě vždy závisí na konkrétní situaci ve třídě. Je-li ve třídě žák, který by svými otázkami chtěl hodinu zcela rozbít, je třeba, aby ho učitel usměrnil a výuku vedl tak, jak potřebuje. V článku [31] je tato zásada formulována slovy: *Zaměření a vedení hodiny bylo často určováno nápady, které pocházely od studentů.*

Význam respektování názorů a vůbec celé osobnosti žáků, nevyvyšování se nad ně, ale zároveň stanovování jasných mezí a pravidel, je zdůrazněn v mnoha publikacích. Velmi zajímavým způsobem – na příbězích – je to ukázáno v publikaci [14].

Důležitost částečného přenesení zodpovědnosti za výsledky práce na samotné žáky je pěkně popsána například v [13].

Otázce smysluplnosti učení (zásada č. 7) se věnuje například [37]:

Snažte se pomoci žákům, aby úkoly a činnosti vnímali jako smysluplné – poukazujte na jejich vnitřní hodnotu a možné aplikace jak v jiných školních předmětech, tak v životě mimo školu.

Problematicke chyby jako nezbytné součásti procesu učení se věnují mnohé publikace. Je to například již několikrát zmíněná práce [13]. Podrobně tento problém rozebírají autoři v [14] (citují):

Učitel, který se na chybu dívá jako na jev nežádoucí, dokonce trestuhodný, vyvolává ve vědomí žáků strach z chyby a orientuje žáky k tomu, aby se snažili vyhnout odhalení své chyby. Paleta triků, které žáci v sebeobraně používají, je velice bohatá.

Zásada č. 9, tedy zjištění prekonceptů žáků a práce s nimi, často včetně řízeného vytváření kognitivního konfliktu, je považována za velmi významnou ve většině publikací popisujících konstruktivistickou a „inquiry“ výuku. Často se tato problematika stává základem vědeckých výzkumů a dalších prací (viz např. [24], [30], [94]), při kterých se zkoumá vliv různých faktorů na změnu těchto žákovských prekonceptů a rozvoj vědeckého myšlení.

Zásada č. 10 je opět podle mého názoru hodně specifická pro výuku podle Heuréky. V odborné literatuře se příliš často neobjevuje. Je ale zmíněna například v [26]: *Nejdříve vysvětlení, potom odborný název.*

V této kapitole bych chtěla zmínit ještě dva aspekty, které jsou pro výuku podle projektu Heuréka důležité, ale v rešerši jsem je tak podrobně nerozebírala.

Jedno z výzkumných zjištění v publikaci [37], je nazváno *Zapojte rodiče*. Autoři zde doporučují, aby učitel do výuky zařazoval „rodinné vyučování“ nebo „rodinné projekty“, kdy rodiče a žáci pracují vhodným způsobem společně. V projektu Heuréka se toto doporučení odráží v tom, že zadávám dobrovolné domácí úkoly, při jejichž řešení mohou děti požádat o pomoc a spolupráci rodiče (viz kap. 9.6), a v některých případech (při některých experimentech) je dokonce pomoc rodičů nezbytná (viz kap. 9.1).

Důležitým aspektem výuky, o kterém se však běžně v pedagogických publikacích nehovoří, je jazyk používaný ve výuce. Jednou z publikací, která zdůrazňuje roli jazyka v přírodovědném vzdělávání, je kniha *Teaching and Learning Science* [105]. V této knize je celá jedna kapitola věnována roli jazyka. Autorka zde prezentuje výzkumy, které dokazují důležitost toho, aby

žáci rozuměli jazyku, který je při výuce používán (v mluvených projevech, ale i v textech). V projektu Heuréka je tento přístup velmi důležitý. Při výuce používám stejná slova, která používají děti. Například při zápisu na tabuli neměním formulace žáků, ponechávám je v původním tvaru. Dobře je to vidět například v ukázce výuky tematického celku *Vlastnosti látek* v kapitole 9.1. S odbornými termíny se následně žáci samozřejmě také seznámí.

8.4 Charakter a organizace seminářů pro učitele

Vzhledem k tomu, že Heuréka vznikala „zespoda“, jako soukromá iniciativa několika lidí, bylo celkem přirozené, že jsme se snažili, aby semináře pro učitele byly organizačně nenáročné. Setkávali jsme se ve škole, účastníci seminářů spali ve třídách ve vlastních spacích pytlích a na vlastních karimatkách. O stravování se staral každý sám, o atmosféře seminářů snad svědčí i to, že nádobí, které bylo k dispozici, věnovali sami účastníci. Semináře byly naprosto dobrovolné a byly zcela zdarma. Nabízeli jsme metodickou podporu výuky, pomoc při řešení odborných i pedagogických problémů účastníků a nepožadovali jsme nic jiného, než ochotu učit se, pracovat a přemýšlet. Projekt dlouhou dobu neměl akreditaci MŠMT (přestože jsme měli Heuréku schválenou jako alternativní učební osnovy), takže skutečně jediným důvodem, proč na semináře účastníci jezdili, byl jejich vlastní zájem. Tento způsob vedení seminářů se natolik osvědčil, že stejným způsobem probíhají semináře i dnes, kdy máme více než stovku aktivních účastníků projektu. Jediná změna je, že semináře pro nové zájemce máme akreditovány, tito učitelé tedy dostávají osvědčení o účasti.

Pokusím se vysvětlit důvod, proč si myslím, že tento způsob organizace seminářů je pro naše účely ten nejvhodnější. Prvním důvodem jsou samozřejmě finanční náklady. Vzhledem k tomu, že se jedná o dlouhodobé vzdělávání, finanční náklady na ubytování a stravování v hotelu či penzionu by byly pro učitele neúnosné. Avšak společné ubytování ve třídách má dokonce cosi navíc, co by ubytování v hotelu nemělo. Vztahy mezi účastníky seminářů se díky těmto nekomfortním podmínkám velmi rychle, již po prvním společném víkendu, prohlubují. Ze skupiny 20 – 30 učitelů, kteří se většinou vidí poprvé v životě, se brzy stává to, čemu se obvykle říká „dobrá parta“. Díky tomu se snáze vytváří bezpečné prostředí, atmosféra vzájemného pochopení a respektu. Pro učitele, kteří se našich seminářů zúčastňují delší dobu, je pak tento způsob ubytování zcela samozřejmý a nečiní jim žádný problém. Těší mne, že i naprostá většina zahraničních hostů (a to i těch, kteří jsou považováni za „kapacity“ v oboru fyzikálního vzdělávání), byla ochotna přespávat s námi ve škole během seminářů „*Dílny Heuréky*“ v Náchodě.

Vzhledem k tomu, že se jedná o stěžejní část projektu Heuréka, budu se práci s učiteli věnovat podrobněji v dalších kapitolách.

9. Uplatnění zásad – ukázky metodiky projektu Heuréka

Dříve, než zde uvedu konkrétní ukázky práce se žáky, ráda bych se zmínila o používané terminologii. Pod slovním spojením *metodika Heuréky* rozumím veškeré materiály, které jsem v průběhu let pro učitele zapojené do projektu připravila a které jsou jim k dispozici. Patří mezi ně zejména scénáře hodin (pro 6. třídu), návrhy výuky jednotlivých tematických celků (například Newtonovy zákony, Elektromagnetismus), sbírka úloh, náměty na laboratorní práce, atd. Mezi metodické materiály v průběhu doby přibývají (a doufám, že dále budou přibývat) i materiály vytvořené samotnými účastníky projektu. Tyto materiály vytvářejí zkušenější učitelé z Heuréky, kteří učí na základních či středních školách a dávají je k dispozici stejně, jako dávám k dispozici svoje materiály já. Zvláště cenné jsou sdílené materiály učitelů středních škol, neboť se středoškolskými studenty já osobně vlastní zkušenost nemám.

Slovní spojení *výuka podle Heuréky*, případně *přístup k výuce podle projektu Heuréka* vyjadřuje to, že učitel nejen používá obsah metodických materiálů (to je dokonce méně podstatné, učitel si tyto materiály může upravovat a používat je třeba jen v části svých hodin), ale hlavně ve své výuce používá zásady, uvedené v předchozí kapitole. Z toho vyplývá, že podle našeho nejhlubšího přesvědčení není možné se přístupem k výuce podle Heuréky naučit tak, že by si učitel vzal nějakou metodickou příručku, připravil si podle ní hodinu a šel učit. Mohlo by se snadno stát, že by jeho hodiny sice formálně vypadaly podobně jako hodiny učitelů z Heuréky, ale přitom by to „nefungovalo“. Základní problém by byl v tom, že by tento učitel nevěděl nic o tom, jakým způsobem má s dětmi pracovat, jak vytvářet atmosféru bezpečí, takže by snadno mohl odsoudit celý náš přístup, aniž by ho vlastně vyzkoušel.

Na mnoha seminářích pro učitele v různých pedagogických centrech jsem slyšela otázku: „Proč nevydáte učebnici, proč tyto zajímavé náměty nedáte všem učitelům a žákům?“ Na to obvykle odpovídám opět otázkou: „Představte si, že byste metodické materiály, které jsem vám na konci semináře rozdala, dostali jenom k přečtení místo účasti na tomto semináři. K čemu by vám byly? Získali byste z nich stejný dojem, jako když jste si stejné téma sami vyzkoušeli a prošli jste podobnou výukou jako žáci?“ Učitelé obvykle přiznají, že přečtení materiálů by jim k vytvoření představy o Heuréce mnoho nepomohlo. Bohumil Bílý v podobných situacích používal metaforu, kterou si zde dovoluji přibližně ocitovat: „Až ty napíšeš učebnici, kterou si já, který jsem nikdy neseseděl na kole, přečtu, sednu na kolo a pojedu, potom já napíšu učebnici Heuréky.“ Většinu dovedností prostě bez tréninku získat nejde. A vedení výuky podle Heuréky je mnohem spíše dovednost než znalost.

Některé metodické materiály jsem publikovala, ale převážně s cílem, abych umožnila učitelům udělat si představu o našem přístupu a rozhodnout se, zda mají zájem se do projektu přihlásit. Mým cílem nebyla snaha zlepšit výuku daného tematického celku na všech základních školách v republice.

Velká část publikovaných materiálů je zveřejněna na Metodickém portálu RVP, další pak vyšly v různých časopisech nebo sbornících z konferencí. Podrobněji se budu své publikační činnosti věnovat v kapitole 12.

9.1 Vlastnosti látek – scénář tří vyučovacích hodin

V této části nejdříve uvedu scénář úvodních hodin výuky fyziky v 6. třídě tak, jak je učitelům k dispozici a pak se pokusím ukázat, jak se některé výše uvedené zásady v této výuce uplatňují. Kromě toho se pokusím ukázat základní charakteristiky metodického přístupu, který v Heuréce používáme. Pro potřeby této práce jsem nechala natočit vyučovací hodinu, ve které jsme se věnovali vlastnostem plyných látek. Její sestřih je uveden na přiloženém DVD.

Ve scénáři hodiny používám označení U pro řeč učitele a Z pro předpokládané odpovědi žáků. Samozřejmě, že samotná hodina nikdy neprobíhá přesně tak, jak je zde uvedeno, odpovědi žáků jsou také uvedeny spíše náznakově. Je nutno si však uvědomit, že se jedná o metodický materiál pro učitele, kteří ještě s výukou podle Heuréky nemají velké zkušenosti, začínají s ní, tedy potřebují poměrně podrobné vedení, aby si připomněli, jak sami stejnou výuku absolvovali na semináři. Metodika pro pozdější výuku již není rozpracována tak podrobně, předpokládá se, že má učitel s tímto způsobem práce jisté zkušenosti a je tedy schopen ji do hodiny rozpracovat samostatně.

1. hodina

Probírané fyzikální jevy:

látky pevné, kapalné, plynné, jejich vlastnosti a vzájemné srovnání

Použité pomůcky:

svíčka, zápalky, špejle, olovo v plechovce, ocelový šroub, plynový kahan, stojánek a síťka nad kahan, 2 plechovky, 1 plechovka s dírkou ve dně, led, voda, zčernalá žárovka, 2 větší kádinky (cca 1 litr), průhledná injekční stříkačka, plyn do zapalovačů ve spreji (butan, v dalším textu tento plyn označuji PB),

I. část hodiny

Na stůl si připravte svíčku, plechovku s olovem a kus ledu.

U: Co to mám na stole?

Z: Kus ledu.

Z: Svíčku.

Z: Plechovku s nějakým kovem.

Možných odpovědí je více, například cín. Je potřeba si uvědomit, že žáci nemohou kovy rozlišit. Učitel musí uznat, že by to mohl být uváděný kov, ale upřesní, že se v daném případě jedná o olovo.

U: Popište, co všechno mají společného kus vosku, kus ledu a olovo.

Žáci navrhnou vlastnosti, učitel je píše na tabuli (formulace nechává takové, jako říkají děti, žáci si vlastnosti současně píšou do sešitu). Další pokusy učitel přizpůsobí situaci ve třídě a tomu, jaké vlastnosti děti jmenovaly. Závěry z pokusů učitel do přehledu doplňuje.

U: Vyjmenovali jste spoustu vlastností a teď si s tím budeme chvíli hrát. Dívejte se.

Zapalte svíčku a nechte chvíli hořet, než se vosk důkladně rozehřeje. Mezi tím zapalte kahan a nechte rozehřívát olovo.

U: Co vidíte?

Z: Hoří to.

U: To také, ale sledujte, co se děje s voskem.

Z: Teče.

U: Olovo už se nám také ohřálo, pojďte se na něj podívat.

U: Umí šroub plavat?

Z: Asi ne.

U: Tak se dívejte.

Vložte šroub na roztavené olovo. Pomocí špejle můžete žákům ukázat, že i po ponoření šroub vyplave zpět na hladinu.

Z: Na olovu šroub plave.

Z: Olovo také teče.

U: A teď se podíváme na kousek ledu. Mohl by také téct?

Z: Ano, když ho ohřejeme, bude z něj voda a poteče.

V kádince ohřejte část ledu, až se rozpustí na vodu, vylitím ukažte, že teče. Do plechovky dejte zbytek ledu. Do druhé ruky vezměte prázdnou plechovku.

U: Teď mám v téhle plechovce led. Jak ho můžu dostat do té druhé?

Z: Přesypu ho.

U: Mohli bychom stejně přesypat vosk a kousek olova?

Z: Mohli bychom to udělat.

U: Změní se nějak tvar toho přesýpaného kousku?

Z: Ne.

U: A co když si do plechovky naberu vodu?

Naberte vodu do plechovky.

U: Jak jí dostanu z téhle plechovky do druhé?

Z: Stejně.

U: Také jí budu přesýpat?

Z: Vlastně ne, vodu přelijí.

U: Tak nám pojd' ukázat, jak to budeš dělat.

Žáka nechte nad umyvadlem několikrát přelit vodu z jedné plechovky do druhé. Dbejte, aby se plechovky při přelévání nedotýkaly („lítí z výšky“).

U: Jde ti to dobře, tak teď to zkus se zavřenýma očima. Ale nerozbyrdej.

Nechte několik žáků, ať si několikrát zkusí přelévání vody, nejprve s otevřenýma a pak se zavřenýma očima. Nedaří-li se někomu přelévání, můžete jej upozornit, že si musí představovat, jak voda teče. Stejně ukažte, jak se dá přelit vosk (přímo ze svíčky do plechovky) a řekněte žákům, že stejně by se dalo přelit i olovo.

U: Máme tady injekční stříkačku. Do ní můžeme nabrat vodu. Jak můžu poznat, že v ní voda je?

Z: To vidím.

U: Ano. Jak jinak to ještě mohu poznat?

Z: Vystříknu jí.

U: Správně. Ještě nějak jinak?

Z: Když ucpu stříkačku prstem, tak nejde zmáčknout. (K této odpovědi je třeba žáky dovést, neboť tento experiment bude využit v dalších hodinách.)

U: Ano, to je správné. Do vhodné stříkačky bychom stejně mohli nabrat i rozeřtý vosk a olovo. To, co jsme zatím zjistili, si zapíšeme na tabuli a do sešitů:

Na tabuli tedy postupně vzniká nějaká takováto tabulka:

led, tvrdý vosk, tvrdé olovo	voda, rozeřtý vosk, rozeřtá olovo
má svůj tvar	má tvar nádoby
dá se to přesypat	nedá se to přesypat
neteče	teče
položím-li na to něco, drží to	věci na tom plavou, nebo se potopí
nedá se přelévat	dá se přelévat
nejde nabrat do stříkačky	jde nabrat do stříkačky a ta nejde zmáčknout
ohřátím to roztaje	ochlazením to ztvdne

U: Zjistili jsme tedy, že vosk, olovo a voda mohou být tvrdé nebo tečou. Zapíšeme to:

Vosk:

- tvrdý
- teče

Olovo

- tvrdé
- teče

Voda

- tvrdá
- teče

U: Co dále můžeme udělat s vodou?

Doved'te žáky k tomu, že z vody můžeme udělat páru. Dejte hřát kádinku s vodou a nad ní přidržeťte druhou kádinku, jejíž dno se záhy orosí.

U: Můžeme tedy k vodě přidělat třetí „fous“:

Vosk:

- tvrdý
- teče

Olovo

- tvrdé
- teče

Voda

- tvrdá
- teče
- pára³

U: A teď vám předvedu kouzlo. Umím zapálit svíčku na dálku. Dívejte se.

³ Používám stejný slovník jako děti. Ty popisují, že jednou je voda „tvrdá“, jindy „teče“, jindy je „jako pára“.

Připravte si do ruky hořící špejli. Krátkým prudkým fouknutím zhasněte svíčku a do stoupajícího proužku dýmu vložte hořící špejli. Vosková pára se vznítí a zapálí knot. Nechte děti vyzkoušet si pokus v lavicích. Požadujte popis pozorovaného jevu, ptejte se dětí, jak je potřeba pokus dělat, aby se svíčka zapálila bez dotyku knotu. Obvykle si děti brzy všimnou, že hořící špejli musí vložit „do kouře“, který ještě chvíli stoupá ze sfouknuté svíčky.



Obr. 6 Zapalování svíčky na dálku, žáci 6. třídy

U: Není to divné, že kouř tak dobře hoří? Proč tedy odvádíme kouř z kamen do komína a netopíme s ním?

Doved'te žáky k pochopení, že to, co pozorují, asi nebude kouř, zatím ale nevědí, co to je.

U: Zkusíme tedy ještě jeden experiment.

Kousek vosku dejte na mističku udělanou z alobalu. Alobal držte v kleštích a přidržte nad hořící svíčkou. Po chvíli se vosk ohřeje a začne z něj stoupat bílý dým - vosková pára, kterou lze hořící špejlí snadno zapálit. Hořící vosk jde z mističky vylít třeba do umyvadla vyloženého vrstvou novin pokrytých alobalem.

U: Popište, co jste viděli.

Z: Kus vosku se nejdříve roztavil a pak z něj začal stoupat kouř. Ten jsme zapálili hořící špejlí.

U: Co to tedy asi bylo? To, co vypadalo jako kouř?

Z: Vosková pára. Takže můžeme udělat třetí „fous“ i k vosku.

Vosk:

- tvrdý
- teče
- pára

U: Víme, že existuje vodní pára a vosková pára. Co myslíte, existuje také olověná pára? Setkali jste se někdy s parami kovu?

Žáci (ale také učitelé) si obvykle myslí, že s parami kovu vlastní zkušenost nemají. Někdo si možná vzpomene na páry olova ve výfukových plynech nebo na nebezpečí vzniklé z par rtuti, když se rozbije teploměr. Tohle jsou všechno příklady vypařování kovu, o kterých sice žáci slyšeli, nemají však s nimi vlastní zkušenost. Po chvíli diskutování ukažte žákům spálenou žárovku.

U: Podívejte se na tuhle žárovku. Proč myslíte, že je zčernalá?

Žáci obvykle přijdou na to, že „to černé“ jsou vysrážené páry kovu, z něhož je vyrobeno vlákno žárovky (wolfram).

U: „Třetí fous“ tedy doplníme i k olovu.

Olovo

- tvrdé
- teče
- pára

II. část hodiny

V kabinetě si připravte větší skleněnou kádinku, do které vstříknete trochu plynu do zapalovače (butan, v textu označuji PB). Kádinku přikryjte například listem papíru a tuto „prázdnou“ kádinku tajuplně přineste do třídy.

U: Přinesla jsem kádinku. Co myslíte, je v ní něco?

Z: Vzduch.

U: Vzduchem se teď nebudeme zabývat. Přemýšlejte, co jiného by v kádince ještě mohlo být? Jak to zjistíme?

Nechte rozvinout diskusi o různých metodách, kterými by děti mohly zjistit, co v kádince je. Mezi žáky se jistě časem objeví i návrh kádinku ohřát.

U: Ano, to by jistě šlo, ale raději to nebudeme zkoušet. Stačí, když do kádinky vložíme hořící špejli.

Pokus proveďte, efekt bude pro děti překvapivý.

U: Lze tedy udělat závěr, že v kádince něco bylo. Ukážu vám, jak jsem to tam dala.

Před dětmi znovu stříkněte trochu PB do kádinky.

U: Co myslíte, lze to "něco" přelít do druhé kádinky?

Můžete nechat děti experimentovat a hledat způsob, jak plyn přelít. Hořící špejli vždy vyzkoušejte, zda je plyn přelitý a zda nějaký nezůstal v původní kádince. Žáci také mohou přelít část plynu do jedné kádinky a část do další, apod. Podrobnější popis experimentu je uveden v článku [A36].

U: Napadá vás nějaký důvod, proč jsem vás před chvílí nechávala přelévat vodu se zavřenýma očima?

Žáci obvykle jsou schopni popsat, že se plyn i voda chovají stejně. Moc se mi kdysi líbila jedna odpověď: „Teď na to můžu koukat a je mi to stejně málo platné.“ Zdůrazněte pak ještě dětem, že ve fyzice se často setkáme s věcmi, které nejsou vidět, ale přesto existují.

U. Ve fyzice budeme dělat tři druhy experimentů – některé z nich budou doporučené dělat doma, některé z nich budou povolené dělat doma pod dozorem rodičů a některé z nich budou zakázané dělat doma. Dnes jsme dělali tři „ohnové“ experimenty. Které to byly a do jaké kategorie asi patří?

Z: Lití hořícího vosku, to asi doma nesmíme dělat, mohli bychom něco zapálit, zapalování svíčky na dálku asi můžeme dělat s rodiči, a přelévání plynu doma nejspíš dělat nesmíme.

V dalším rozhovoru diskutujte s dětmi, proč zapalování svíčky na dálku mohou doma zkusit, avšak pouze pod dozorem rodičů, zbývající dva experimenty doma nesmějí dělat.

Upozorněte děti, že pokud by se stalo, že někdo z žáků tento zákaz poruší, tak by třída už žádné další takto zajímavé experimenty neviděla, neboť byste se nemohl spolehnout na to, že žáci budou dodržovat domluvená pravidla bezpečnosti.

Popisuji zde metodiku, kterou používám ve svých třídách. Za dobu svého působení na škole jsem nikdy neměla problém, že by děti experimentovaly s nebezpečnými pomůckami. Avšak každý učitel, který chce uvedenou metodiku použít při své výuce, musí vždy zvážit, jaké děti ve své třídě má a zda si může dovolit tyto experimenty dětem ukázat. Na druhou stranu se však domnívám, že je-li to jen trochu možné, měly by si děti tyto experimenty vyzkoušet (třeba i za tu cenu, že jim učitel neukáže, jak dává butan do kádinky), aby měly možnost zkoumat něco, co není vidět a přesto se to dost zásadním způsobem projevuje.

Dobrovolný domácí úkol:

U: Doma zkuste zapalovat svíčku na co největší dálku.

Znovu zdůrazněte nutnost opatrnosti při práci s ohněm.

2. hodina

Probírané fyzikální jevy:

porovnání vlastností butanu (v textu označeno PB) a oxidu uhličitého CO₂, magnety – úvod

Použité pomůcky:

opakování - viz minulá hodina, dvě větší kádinky, svíčka, zápalky, špejle, injekční stříkačka. Pro výrobu CO₂: sifonová láhev bez vody s bombičkou nebo jedlá soda, ocet a vhodná láhev. Pro každé dítě dva magnety.

Kontrola DÚ:

Nechte děti vyprávět zážitky ze zapalování svíčky na dálku.

I. část hodiny – opakování:

V rámci diskuse zopakujte vlastnosti látek pevných a kapalných. (Pochopitelně, že tyto názvy nebudete používat, ale vyjdete z termínů, které děti začaly samy používat v minulé hodině.)

U: V minulé hodině jsme také zjistili, že kromě vody, která je vidět, se dá přelévat i butan, který není vidět. Pojd'te nám někdo oba pokusy zopakovat.

II. část hodiny

Do stejné kádinky jako v minulé hodině si v kabinetě předem připravte CO_2 .

Postup 1: Do prázdné sifonové lahve vpusťte CO_2 z bombičky a plyn pak opatrně "nastříkejte" do polozakryté kádinky.

Postup 2: Do vhodné láhve (např. od velké limonády) nasypete trochu jedlé sody a přilijte ocet. Okamžitě se začne s šuměním vyvíjet CO_2 , který přelijete do kádinky, kterou přikryjete.

U: Znovu jsem přinesla kádinku. Jak můžeme poznat, že v ní něco je?

Z: Zase zkusíme hořící špejli.

U: Tak nám to pojd' předvést.

Hořící špejle v kádince zhasne. Na to můžete reagovat tím, že se třeba najde někdo šikovnější a vyvoláme dobrovolníky. Špejle zhasne také, děti tedy musí udělat závěr, že v kádince je něco jiného, než tam bylo minule a že tohle špejli zhasíná. Pochvalte tento závěr, pojmenujte plyn v kádince a předved'te, jak jste CO_2 do kádinky dali.

U: Butan jsme minule přelávali. Myslíte, že můžeme přelít i oxid uhličitý?

Z: Asi ano.

U: Tak to pojd' vyzkoušet.

Stejně jako v minulé hodině přelijte CO_2 do druhé kádinky, hořící špejli dokažte přítomnost plynu. Pozor, oxid uhličitý snadno uniká, je nutná zvýšená pozornost při přelévání. Je také možné použít baňku se zúženým hrdlem. Můžete také dokázat přítomnost oxidu uhličitého v čerstvě otevřené lahvi s „bublínkovou“ limonádou. Podrobnější popis experimentu je uveden v článku [A37]

Nechte děti porovnat a zapsat na tabuli společné a rozdílné vlastnosti PB a CO_2 .

butan	oxid uhličitý
není vidět	není vidět
jde přelévat	jde přelévat
uniká z kádinky	uniká z kádinky
bouchá, hoří	zhasíná plamen

Opět odejděte do kabinetu a stejně jako v minulých případech přineste zakrytou kádinku. Tentokrát v ní ale bude skutečně pouze vzduch. Děti jistě navrhnou zkoušku pomocí hořící špejle, ale zjistí, že se plamen nezmění. Často se stává, že děti řeknou, že špejle v kádince **nic nedělá**. V tom případě je doved'te k pochopení, že tento názor není správný, že špejle **hoří** (stejně jako mimo kádinku).

U: Hořící špejli jsme tedy nic nezjistili. Je v kádince vůbec něco? Můžeme to poznat nějak jinak?

Doved'te otázkami děti k tomu, aby si uvědomily, že když nabraly vodu do stříkačky, nešla zmáčknout, a že by tuto metodu mohly použít i v tomto případě. Zjistí, že naberou-li do stříkačky "něco" z kádinky a zacpou ji, píšť při stlačení pruží. V tomto okamžiku pokus můžete pokus ukončit a nechat děti za domácí úkol vymyslet, co by v kádince mohlo být. Pokud nechcete otázku nechávat jako domácí úkol, nechte

probíhat diskuzi. Až děti řeknou, že je tam vzduch, upozorněte je, že z předvedených pokusů nevyplývá, že by to musel být pouze vzduch. Mohla by tam být například směs kyslíku s héliem, kterou používají k dýchání potápěči. Nakonec jim prozradte, jak jste to do kádinky dali (viz 3. hodina) a že je tedy v kádince skutečně pouze vzduch.

III. část hodiny

U: Teď každý z vás dostane dva magnety, pohrajte si s nimi, a zkoumejte jejich vlastnosti.⁴

Děti zjišťují, že magnety se jednou stranou přitahují a druhou odpuzují, že se přitahují i přes papír, látku, část lidského těla (ucho) atd.

Dobrovolný domácí úkol:

Vymyslete, co mohlo být v kádince, když jsem ji přinesla potřetí.

3. hodina

Probírané fyzikální jevy:

základní vlastnosti vzduchu, magnety

Použité pomůcky:

dvě větší kádinky, svíčka, špejle, zápalky, skleněná trubička (popř. pipeta, průhledné brčko), injekční stříkačky, hustilka, vzduchový kompresor nebo vysavač, závaží 1 kg, dva magnety pro každého

I. část hodiny

U: Co mohlo být minulou hodinu v kádince? Co jste vymysleli? Víme, že

- nebyl to butan – nebouchalo to.
- nebyl to oxid uhličitý – nezhasínal plamen.
- něco tam bylo – pérovalo to ve stříkačce.

Nechte děti říkat, co všechno by to mohlo být. Příklad plynů, které danými pokusy nelze rozlišit: vzduch a potápěčská směs (hélium – kyslík). Po této diskusi prozradte dětem, jak jste to tam dali. Naznačte "nalití" vzduchu z jedné prázdné kádinky do druhé prázdné kádinky a nechte děti rozhodnout, zda jste tam skutečně něco nalili, a co tedy v kádince je. Až budou vědět, že je v kádince vzduch, dejte dětem k dispozici stříkačky, aby mohly vyzkoušet, že vzduch je skutečně všude (v zásuvce, v aktovce, pod lavicí, ...). Je velmi zajímavé pozorovat děti, jak se rozběhnou po třídě a se zaujetím ověřují, že je vzduch opravdu všude.

V další diskusi se zeptejte dětí, proč jste tuto řadu pokusů začínali s butanem a oxidem uhličitým, když tyto plyny dál k ničemu nebudete potřebovat a nezačínali jste rovnou se vzduchem, jehož vlastnosti budete dále zkoumat.

Děti obvykle vymyslí, že na vzduch jsme zvyklí, protože je všude, a tak jeho přítomnost ani vlastnosti vlastně nevnímáme, nemůžeme s ním ukázat přelévání a další zajímavé vlastnosti.

U: Představte si, že bych vám místo pokusů a oxidem uhličitým a butanem ukázala experiment, při kterém bych vložila hořící špejli do prázdné kádinky. Nic by se nestalo a vy byste se divili, proč vám takovou obyčejnou věc ukazují. Teprve v

⁴ Vysvětlení, proč je hodina rozdělena na několik částí věnujících se různým tématům, je uvedeno v kap. 9.2

kontrastu s tím, že jednou plyn vybuchl a jednou špejle zhasla, je samotné hoření zajímavé. Uvědomte si, že kdyby na zem přiletěli mimozemšťané, kteří žijí v prostředí s oxidem uhličitým, tak by pro ně hořící svíčka byla něčím velmi zvláštním.

U: Ukážeme si ještě další zajímavé vlastnosti vzduchu:

Zapalte svíčku v kádince, nechte ji chvíli hořet a potom přikryjte například druhou stejnou kádinkou. Svíčka po chvíli zhasne. Děti by z pokusu měly odvodit, že na to, aby něco hořelo, je potřeba vzduch.

Prstem ucpěte horní konec skleněné trubičky a ponořte ji do vody. Poté konec trubičky uvolněte. Děti pozorují, co vidí, pak to popíší a zkusí vysvětlit, proč se to děje.

Z: Je-li ve skleněné trubičce vzduch, voda se tam už nevejde, ale když to pustím, voda tam vleze a vzduch vystrčí.

U: Ve stříkačce se vzduch dá stlačit, tím poznáme, že tam něco je. Měli jsme tedy pořád stejné množství vzduchu, jenom jsme ho nacpali do menšího prostoru. Mohli bychom to ale udělat i jinak. Nechat stejnou nádobu, stejný prostor, a do něj nacpávat stále více vzduchu. Víte někdo, kde se to takhle dělá? (Tlaková nádoba např. k postřikovači, s jistým přiblížením i nafukování fotbalového či basketbalového míče.)

U: V prvním experimentu se vzduchem jsem ukazovala přelití vzduchu z jedné kádinky do druhé a vy jste mi říkali, že se přitom vzduch nepřelévá. Šlo by ale nějak vzduch dostat z jedné nádoby do druhé?

Děti obvykle brzy napadne jednoduchá metoda – pomocí injekční stříkačky alespoň část vzduchu přemístit. Doved'te je otázkami k tomu, že všechen vzduch z jedné nádoby mohou do druhé nádoby přelit či „přebublat“ pod vodou a nechte je tento pokus udělat. Dopln'te pak společně s dětmi tabulku plynů z minulé hodiny o třetí sloupec, do kterého popíšete vlastnosti vzduchu. Příklad vyplněné tabulky:

butan	oxid uhličitý	vzduch
není vidět	není vidět	není vidět
jde přelévát	jde přelévát	dá se přelit, ale pod vodou
uniká z kádinky	uniká z kádinky	je všude
bouchá, hoří	zhasíná plamen	je nutný k hoření
dá se stlačit	dá se stlačit	dá se stlačit

U: Se vzduchem si budeme teď i v dalších hodinách hrát.

Předved'te dětem hustilku jako přístroj, který vzduch na jedné straně nabírá a na druhé straně ho fouká někam jinam. Potom prstem ucpěte ventilek a nechte někoho stlačovat hustilku.

Z: Nejdřív to jde stlačit docela dobře, potom čím dál tím hůř, až už to nejde vůbec.

U: Kdo má větší sílu? Kdo to víc zmáčkne?

Nechte několik dětí porovnat, jak dokážou zmáčknout ucpanou hustilku.

U: Máme tu ještě jeden podobný přístroj, který všichni znáte z domova.

Z: Je to vysavač, také na jedné straně vzduch saje, na druhé fouká.

Ukažte dětem, že proud vzduchu z vysavače zvedne natrhané kousky papíru, případně vložte do proudu vzduchu ping-pongový míček.

U: Za domácí úkol vymyslete, jak to udělat, aby vzduch z vysavače zvedl i něco většího, například toto kilogramové závaží.

II. část hodiny

U: Minule jste si hráli s magnety. Teď si je znovu vezměte a zkuste objevit co nejvíce jejich vlastností. To, co zjistíte, si zapisujte do sešitů.

Po dostatečně dlouhé době zkoumání vyzvěte děti, aby říkaly, co objevily. Vlastnosti magnetů pište na tabuli, děti si do sešitů doplňují to, co jim chybí.

Dobrovolný domácí úkol:

Navrhňte, jak to udělat, aby vzduch z vysavače zvedal i těžší předměty.

9.2 Komentáře k metodice výuky tématu *Vlastnosti látek*

V předchozím článku jsem uvedla scénář výuky tematického celku *Vlastnosti látek* tak, jak ho učím ve třídě i na seminářích pro učitele a jak ho mají k dispozici učitelé zapojení do projektu Heuréka.

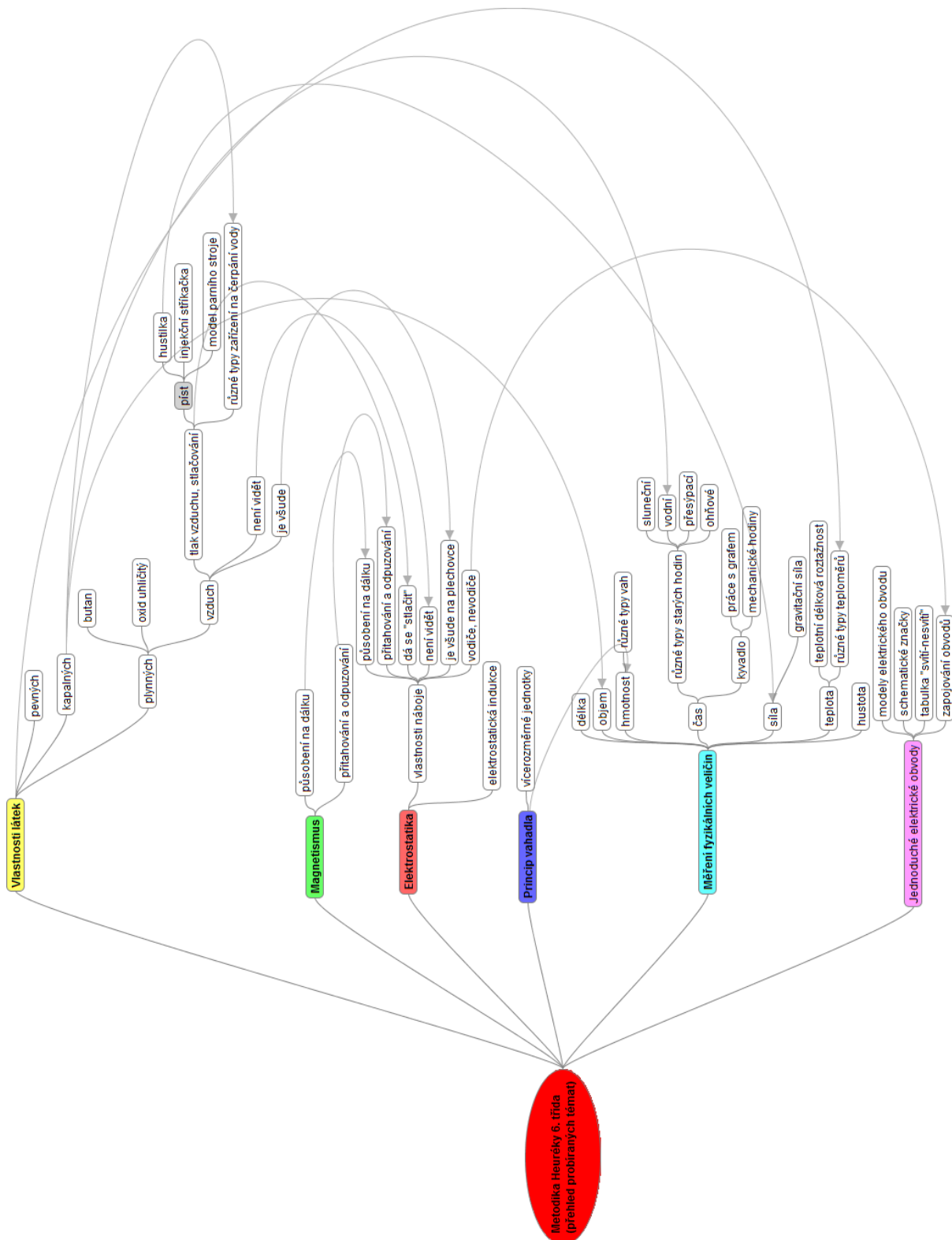
Pokusím se nyní charakterizovat, co považuji za základní prvky metodiky výuky podle Heuréky a také jak se ve výuce promítají některé zásady uvedené v kapitole 8.

1. Rozdělení hodiny do několika různorodých částí (na začátku výuky v šesté třídě)

Charakteristikou, které si asi všimne většina čtenářů jako první, je rozdělení hodiny na několik částí, přičemž v každé části se děti věnují jinému tématu. To je charakteristické hlavně pro počátek výuky v šesté třídě, zhruba tak do pololetí. Jedním důvodem pro toto uspořádání je to, že pro žáky je náročné soustředit se na jedno téma celou hodinu. Proto v průběhu hodiny měníme činnost a měníme i téma. Dětem tyto přechody nedělají vůbec žádný problém, snadno přejdou od jedné činnosti k jiné.

2. Vytváření sítě pojmů (či přesněji představ, nikoliv „prázdných slov“)

Druhým důvodem rozdělení hodiny, a to snad ještě podstatnějším, je, že se hned od začátku snažíme vytvořit co nejvíce „nitek“, na které budeme postupně navazovat další témata. Výuka v šesté třídě není lineární. Dobře je to vidět na Obr. 7, kde je zachycena síť pojmů a představ, kterou v šestém ročníku vytváříme.



Obr. 7 Síť pojmů a představ vytvářených v 6. ročníku

Na schématu je vidět, že provázanost jednotlivých témat je skutečně vysoká. Brzy po začátku školního roku potřebuji, aby žáci měli vytvořeny některé základní představy, se kterými budeme dále pracovat. Později v šestém ročníku, nebo i ve vyšších ročnících se pak na tyto znalosti můžeme odvolávat. Žáci snáze pracují s pojmy, se kterými se setkali již dříve, třeba i v jednodušší formě, a vytvořili si o nich nějakou

představu. Uvedu zde několik konkrétních příkladů, na jaké „nitky“ vytvořené v uvedených třech hodinách budeme navazovat (na obrázku jsou vazby vyznačeny spojnicemi).

Základní téma těchto hodin bylo *Vlastnosti látek pevných, kapalných a plyných, Vlastnosti magnetů*. Současně jsem ale u žáků vytvářela základní představu o stlačitelnosti vzduchu a tlaku vzduchu. O několik vyučovacích hodin později tyto představy využijeme, když budeme hledat modely elektrického náboje a zjistíme, že se elektrický náboj chová v některých vlastnostech jako magnet (působí na dálku, může se přitahovat a odpuzovat) a v některých vlastnostech jako vzduch (není vidět, dá se stlačit, na nabitý plechovce je všude). V příkladu, který jsem uvedla v kapitole 8.1 (9. zásada), jsem popisovala situaci, která nastává na začátku tematického celku *Elektrostatika*. Žáci znají nějaká slova, setkali se s některými elektrostatickými experimenty (například si o vlasy třeli umělohmotné desky na vysvědčení), avšak jejich představy o elektrickém náboji jsou jen velmi povrchní nebo dokonce chybné. Pokud tedy chci vytvořit přesnější představu o vlastnostech elektrického náboje, musím vycházet z vlastností, které můžeme pozorovat a přirovnat je k něčemu, co již známe (vzduch, magnety).

Pokusy s hustilkou a otázka, kdo je silnější, nás zhruba o měsíc později dovedou k úvaze, že poznat, kdo je silnější, můžeme nejen stlačením vzduchu, ale třeba také roztážením pružiny (a „vymyslíme“ siloměr).

Problém, jak může vzduch z kompresoru či vysavače zvednout kilogramové závaží nás brzy zavede k problematice pístu, převodu posuvného pohybu pístu na otáčivý pohyb kol, a tedy k modelu parního stroje.

Na některé představy vytvořené v 6. třídě budeme cíleně navazovat i ve vyšších ročnících. Například v 7. třídě v tematickém celku *Mechanické vlastnosti kapalin a plynů* se budeme odkazovat na pokusy, které se týkají vlastností kapalin a plynů a tlaku vzduchu, při probírání jednoduchých strojů a odvozování rovnice rovnováhy na páce jen zobecníme zákonitosti objevené při zkoumání vahadla. V 8. třídě na začátku tematického celku *Elektromagnetismus* si podle mých zkušeností žáci rychle vzpomenou, jaké experimenty z elektrostatiky jsme v 6. třídě dělali, sami jsou schopni je zopakovat a vysvětlit (dokonce včetně elektrostatické indukce). Podobně při probírání tepelných motorů popíší princip parního stroje, který znají z 6. třídy.

Díky tomu, že se snažím při výuce (nejen v 6. třídě) stále provazovat znalosti z jednotlivých partií fyziky, mají i žáci tyto vědomosti více propojené. Mohu tedy po oznámení termínu příští písemné práce žákům na otázku „A z čeho to bude?“ často odpovědět „Z fyziky“. (Pokud je však daná písemná práce zaměřena na zjištění vědomostí z konkrétního tematického celku, pak žákům samozřejmě odpovídám přesněji, například „Z Newtonových zákonů“, apod.). Ukázkou některých písemných prací s jejich rozбором uvádím v kapitole 9.5.

Na druhou stranu musím přiznat, že se takto vedená výuka špatně zachycuje do lineárního tematického plánu, který patří do základní dokumentace školy. V příloze číslo 1 je uveden příklad tematického plánu pro 6. třídu ve školním roce 2010/2011, ve kterém je vidět zdnalivě nesmyslné řazení jednotlivých tematických celků.

3. Elementární forma „metakognice“

V případech, kdy je to účelné, se snažíme vést žáky k tomu, aby si všímali toho, jak se učíme a přemýšleli o tom, jaký to má důvod. V ukázce se to projevuje poprvé

v úvahách o přelévání vody se zavřenýma očima před přeléváním plynu. Podruhé pak při přemýšlení o tom, proč jsme „ztráceli čas“ zkoumáním butanu a oxidu uhličitého místo toho, abychom se rovnou učili o vlastnostech vzduchu. Důležitost metakognice při procesu učení potvrzují i pedagogické výzkumy (např. [39]).

4. Fyzikální jevy a zákonitosti nejsou žákům sdělovány

Domnívám se, že z celé ukázky je zřejmý základní způsob výuky fyziky podle projektu Heuréka. Fyzika není žákům vykládána, poznatky jim nejsou sdělovány, ale žáci jsou vedeni k tomu, aby si je na základě otázek a problémů „objevili“ sami. Slovo „objevili“ dávám do uvozovek, protože pro fyziku jako vědu samozřejmě o žádné nové objevy nejde, ale žáci si pro sebe nové poznatky skutečně objevují.

5. Fyzika věci pozoruje, popisuje a až potom vysvětluje

Postup popsany v titulku byl historicky dosti základní metodou fyzikálního poznání. Je samozřejmé, že moderní fyzika jím již obvykle neprochází, často je nějaký jev teoreticky předpovězen a teprve potom experimentálně ověřován. Avšak v počátcích fyzikálního vzdělávání žáků by podle mého názoru tento postup měl být zachovávan. Ve škole se však někdy bohužel první dvě etapy vynechávají. Učitel sice třeba žákům ukáže experiment, ale žáci se dívají na nějaký zcela okrajový jev, nevědí, co je podstatné, nejsou vedeni k tomu, aby pořádně popsali, co vidí. V horším případě žáci pozorují pouze obrázek experimentu v učebnici a učitel jim vysvětlí nějaký jev či fyzikální zákon.

Ve svých hodinách se důsledně snažím o to, aby žáci popisovali svoje pozorování – slovy (ústně a písemně) i obrázkem, a pak teprve vytvářeli hypotézy a zkoušeli pozorované jevy zdůvodňovat.

6. Žáci používají přirozený jazyk

Podle mých zkušeností někdy výuka fyziky ve školách probíhá v jazyce, kterému žáci nerozumějí, v jakési „vědečtině“. Jestliže je v učebnici napsáno slovní spojení „volný povrch kapalného tělesa“ místo normálního „hladina vody“, tak je to možná odborně přesné, avšak k porozumění fyzikálním principům to žákům příliš nepomáhá. Při výuce podle projektu Heuréka vedeme učitele k tomu, aby při seznamování žáků s novými poznatky používali jazyk dětí, neopravovali a nezpřesňovali jejich termíny. Tuto zásadu se snažím dodržovat nejen při diskusi se žáky, ale i při zapisování jejich nápadů na tabuli (například při zapisování vlastností látek v různých skupenstvích ve výše uvedeném příkladu výuky). To samozřejmě neznamená, že se žáci s odbornými termíny neseznámí, že je při výuce nepoužívají. Důležité však je, aby je začali používat až poté, co jim rozumějí (viz zásada č. 10 v kapitole 8.1)

9.3 Elektromagnetismus – ukázka zpracování tematického celku

Jako ukázku tematického celku, ve kterém se věnujeme přece jen náročnějším tématům, jsem vybrala *Elektromagnetismus*. Na konci osmé třídy zopakujeme elektrostatiku, vlastnosti permanentních magnetů a prohloubíme poznatky z elektřiny (Ohmův zákon, sériové a paralelní zapojení odporů). Na začátku deváté třídy si pak uděláme „historické okénko“ a začneme se věnovat elektromagnetismu. Metodický materiál k tomuto tématu je uveden v příloze 2.



Obr. 8 Elektromagnetismus, žáci 9. třídy

Celý tematický celek je tentokrát založen na vlastním řízeném experimentování žáků ve skupinách (na rozdíl od úvodních hodin v 6. třídě, kde většinu experimentů dělá učitel nebo žáci na katedře). Tento způsob výuky je náročný jednak na množství pomůcek, ale také na kázeň žáků. Je nutné, aby žáci vnímali pokyny učitele jak při zadávání jednotlivých úkolů, tak při shrnování a zapisování závěrů.

Jako významný přínos uvedeného zpracování daného tematického celku vnímám to, že žáci mají možnost skutečně aktivně prozkoumat jevy týkající se elektromagnetismu, včetně toho, že předpovědí vznik indukovaného napětí a navrhnou experimenty k jeho vytvoření. Písemná práce završující výuku tohoto tematického celku a její výsledky je uvedena v článku 9.5.7.

Při výkladu používám tři „rovnice“ popisující zkoumané jevy. Jsem si vědoma toho, že se jedná o značné zjednodušení skutečných fyzikálních rovnic a vzorců, avšak z vlastní zkušenosti vím, že tyto rovnice žákům významně pomáhají při porozumění jednotlivým jevům. Na MFF UK na semináři *Elektrina a magnetismus krok za krokem* (podrobněji o semináři v kapitole 10.1.4) tyto rovnice používáme také a snažíme se tak budoucím učitelům fyziky pomoci propojit Maxwellovy rovnice s výukou elektromagnetismu na nižších stupních škol.

9.4 Lodička v bazénku – ukázka laboratorní práce

Laboratorní práce, ať již zařazené v běžných nebo samostatných hodinách, patří k důležité části výuky fyziky. Bohužel však v současné době dochází k redukci počtu hodin věnovaných fyzice, mnozí učitelé tedy musí čas věnovaný laboratorním pracím omezovat.

V projektu Heuréka se snažíme vést učitele k tomu, aby je do své výuky zařazovali a pomáhat jim i připravenými náměty na jednoduché i složitější laboratorní práce.

Ve své výuce postupuji při laboratorních pracích obvykle tak, že zadám žákům úkol a nechám je, aby si rozmysleli, jak budou úkol řešit, jaké pomůcky budou potřebovat. Nikdy jim nedávám předpřipravené šablony či pracovní listy, do kterých by pouze vyplňovali naměřené hodnoty. Domnívám se, že i v této části výuky by žáci měli skutečně řešit fyzikální problémy.

Zde uvedená laboratorní práce patří mezi náročnější. Podle našich zkušeností je obtížná nejen pro žáky, ale i pro učitele, kteří ji řeší na seminářích. Já ji zařazuji obvykle v průběhu osmé či deváté třídy, a to pouze ve třídách s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů (tyto třídy mají v rozvrhu jednou za 14 dní dvouhodinové laboratorní práce z fyziky, které se střídají s laborkami z chemie, třída je tedy půlená). Víím, že někteří kolegové ji využívají ve své výuce na střední škole a i tam mají studenti problém s jejím správným zpracováním. Přesto se domnívám, že má smysl ji žákům či studentům předložit. A to nejen k prohloubení jejich fyzikálních a matematických znalostí a dovedností, ale hlavně kvůli zvolené metodě ověření správnosti řešení (viz dále v metodických poznámkách).

Žáci se rozdělí do dvojic, skupiny pracují samostatně a nezávisle. Každá skupina dostane dvě kádinky různého průměru (skupiny mají odlišné kádinky). Kádinky jsou voleny tak, aby se menší z nich, ve které je trochu vody („lodička“), vešla do větší kádinky („bazénku“), viz Obr. 9.



Obr. 9 Lodička a bazének – laboratorní práce

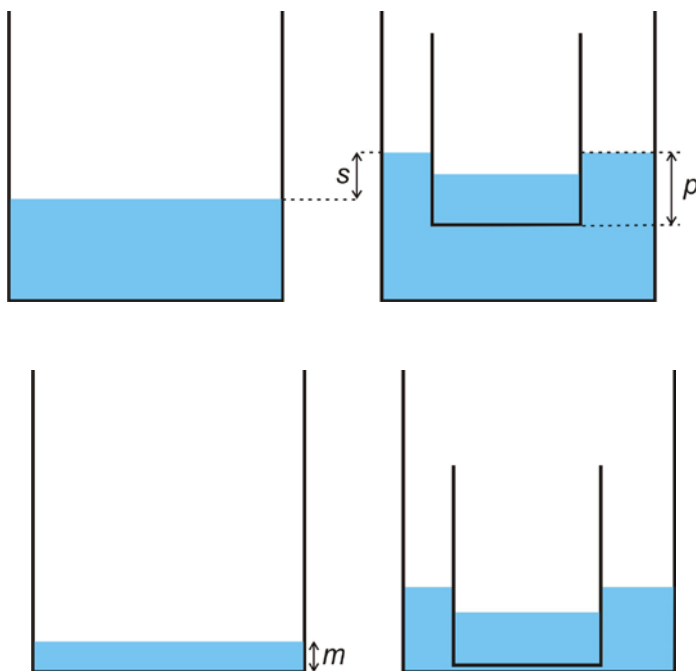
Žákům pak řeknu a napíšu na tabuli zadání laboratorní práce (současně kreslím obrázek a vyznačuji požadované hodnoty):

Úkol:

Pro danou „lodičku“ a daný „bazének“ vypočítej (viz Obr. 10):

- ponor lodičky (v cm) (v obrázku označeno jako p)
- o kolik cm stoupne voda v bazénku po ponoření lodičky (v obrázku označeno jako s)
- jaké musí být minimální množství vody v bazénku (v cm), aby lodička plavala. (v obrázku označeno jako m)

Správnost výpočtu ověř experimentem.



Obr. 10 Nákres úlohy s požadovanými hodnotami

Sdělím žákům také, že voda v lodičce funguje pouze jako zátěž, žáci ji nesmějí vylévat. Prostě kádinka s vodou představuje lodičku. Do bazénku nesmějí žáci v průběhu řešení nalít vodu (aby museli k výsledku skutečně dojít výpočtem). Žáci mají k dispozici digitální váhy, posuvné měřidlo a pravítko.

Po sdělení úkolu nechávám žáky po nějakou dobu přemýšlet, nedávám jim další návody. Dospěje-li některá skupina k některému z požadovaných výsledků, přijdou žáci ke mně, řeknou mi očekávanou hodnotu, nalijí vodu do svého bazénku, ponoří lodičku a společně změříme, zda výsledek odpovídá skutečnosti. Pokud ano, mohou pokračovat dál, pokud ne (toleranci nechávám zhruba půl centimetru), hledají, v čem udělali chybu. Nedoporučuji nechat děti výpočty ověřovat předem, ztrácí to "kouzlo napětí" a může to vést i k falšování výsledků.

Podle mých zkušeností zhruba třetina žáků ve třídě vyřeší úlohu samostatně, další zhruba třetina potřebuje lehkou pomoc, nasměrování. Každý rok se ale vyskytnou žáci, kteří si s úlohou vůbec nevědí rady, a musím jim s řešením úlohy hodně pomoci. I přesto ji ale považuji za velmi užitečnou pro rozvoj fyzikálního myšlení a představitosti.

Na závěr hodiny potom společně uvažujeme o tom, jak spolu souvisí číselné hodnoty, které v jednotlivých dílčích úkolech žáci získali. Někteří žáci již v průběhu řešení přijdou na to, že třetí výsledek mohou jednoduše získat z předchozích dvou. Pokud se to stane, pochválím je, ale požádám je, aby zkusili k výsledku dojít nezávisle.

Budete-li chtít tuto laboratorní práci zařadit do své výuky na základní či střední škole (domnívám se, že ji klidně můžete zadat maturantům, budou mít co dělat), rozmyslete si nejdříve sami podrobné řešení a ověřte svůj výsledek měřením, abyste byli schopni svým žákům či studentům poradit.

Jak jsem již uvedla výše, tak tato laboratorní práce patří k velmi obtížným. Její obtížnost spočívá v tom, že je potřeba aplikovat Archimédův zákon (probíraný již dříve v 7. třídě) v méně obvyklé situaci. Pro žáky je obtížná i práce s proměnnými při vyjadřování potřebných hodnot z výrazů.

Za velmi důležité považuji to, že kritériem správnosti výpočtů v tomto případě není to, že učitel žákům sdělí – v pořádku, máte to dobře, ale experiment, který si žáci udělají. Jestliže po ponoření lodičky do bazénku a změření hloubky ponoru zjistí, že se liší o několik centimetrů oproti vypočtené hodnotě, už jim nikdo nemusí říkat, že to mají špatně. Vědí, že musí řešit úlohu znovu a najít si chybu. Jedná se tedy o další příklad aplikace zásady č. 2 z kapitoly 8.1. A je to také jeden z hlavních důvodů, proč tuto laboratorní práci do svých hodin zařazují. Dalším důvodem je komplexnost úlohy, ve které je potřeba používat jak fyzikální, tak matematické znalosti v novém kontextu. (Poznámka – tuto laboratorní práci řešili žáci 8. třídy v únoru 2011. Po skončení práce jsem se jich ptala, jak se jim líbilo, když jim správnost řešení „říkalo pravítko“. Žáci to ocenili jako velmi zajímavou metodu kontroly správného řešení.)

9.5 Písemné práce – ukázka kontroly vědomostí

Písemné práce jsou nejčastější formou kontroly vědomostí žáků, kterou ve své výuce používám. Při tvorbě písemných prací vycházím hlavně ze své sbírky úloh, která obsahuje několik stovek různých úloh, a kterou stále doplňuji. Naprostá většina úloh ve sbírce pochází ode mne nebo kolegů z Heuréky, avšak zařazují do ní i zajímavé úlohy z dalších zdrojů, abych mohla sbírku skutečně efektivně využívat a nemusela při tvorbě písemných prací procházet mnoho dalších učebnic či sbírek. Učitelé zapojení do projektu Heuréka tuto sbírku mají také k dispozici a mohou ji ve své výuce používat (a podle jejich ohlasů na seminářích ji také využívají).

Uvádím zde příklad písemných prací pro všechny čtyři ročníky, ve kterých v současné době vyučuji. Na těchto písemných pracích bych ráda ukázala, že stejný princip jako při výuce – nesdělovat dětem poznatky a požadovat vlastní myšlenkovou aktivitu, je požadován i při kontrole vědomostí. Žáci musí aplikovat vědomosti získané při výuce při řešení problémů, se kterými se nikdy nesešli. Tento přístup si však mohu dovolit jenom proto, že jsou k němu žáci vedeni v hodinách. Stalo se mi, že si moji písemku půjčil kolega, který podle Heuréky neučil, a po zadání práce jeho žáci silně protestovali, že „se to neučili“. V mých třídách se mi to nikdy nestalo, neboť žáci vědí, že po nich stále chci, aby vymysleli věci, které se neučili, takže jim to připadá zcela normální.

Všechny níže uvedené písemné práce obsahují látku celého pololetí. Zadávala jsem je v lednu 2011 bez jakéhokoliv předchozího opakování, chtěla jsem, aby výsledky byly skutečně autentické, nezfalšované. Při rozboru výsledků bude vidět, že některé chybné prekoncepce žáků jsou skutečně velmi silné a ani výukou podle Heuréky se je nedaří překonat.

Obsah i zaměření písemných prací se samozřejmě liší podle témat, která byla v daném ročníku probírána. Vždy jsem se ale snažila do písemné práce zařadit buď přímo experimentální úlohu, nebo alespoň úlohu s přímou vazbou na reálný život.

9.5.1 Písemná práce pro 6. ročník – zadání

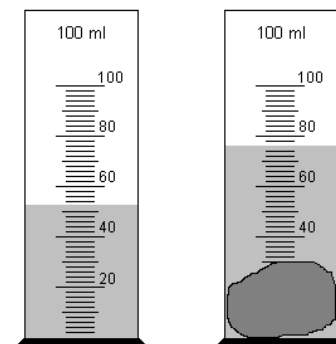
Písemnou práci, jejíž text zde uvádím, psalo 23 žáků 6. třídy s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů. Uvedu nejdříve text této písemné práce, potom podrobné výsledky jednotlivých úloh a celkové výsledky žáků. Písemná práce byla zaměřena na porozumění základním fyzikálním principům, které se týkají následujících tematických celků: *Vlastnosti látek pevných, kapalných, plyných; Měření základních fyzikálních veličin a převody jednotek; Elektrostatika.*

Porozumění principu vahadla bylo ověřováno pomocí fotografií získaných v praxi, nikoliv pomocí školních pomůcek. (Poznámka – žáci sice měli zadání černobílé, ale v průběhu práce byly obě fotografie promítnuté dataprojektorem na velké plátno, takže detaily na fotografiích byly zřetelné. Žáci tyto fotografie dříve neviděli.) Stejně tak byl uveden praktický příklad

týkající se rozpínání vzduchu. Do písemné práce byl zařazen také popis experimentu, který žáci začátkem školního roku v hodině prováděli.

Písemná práce pro 6. ročník

1. Vašek chtěl určit objem kousku plastelíny. Nejprve do odměrného válce nalil vodu, pak do odměrného válce s vodou vložil kousek plastelíny. Z údajů v obrázcích urči objem plastelíny.



2. V návodu na nafukovací míč bylo napsáno, že se nafouknutý nemá nechávat dlouho na přímém sluníčku. Jaký to má důvod? Co by se mohlo stát?
3. Vysvětli, v jakém skupenství (pevném, kapalném, plynném) hoří vosk. Který pokus to ukazuje? Popiš ho.
4. Proč se někdy při česání přichytávají vlasy k hřebenu?
5. Na fotografiích vidíš rybářské váhy. Popiš, jak jsou udělané. Na kterém z obrázků rybáři váží větší hmotnost ryb? Zdůvodni.



6. Zapiš následující věty pomocí správných značek fyzikálních veličin a jednotek.
Příklad: Délka nitě je dva metry. Řešení: $d = 2\text{ m}$
 - a) Hmotnost chleba je půl kilogramu.
 - b) Síla je 30 newtonů.
 - c) Objem vody v bazénu je 200 metrů krychlových.
 - d) Délka provazu byla 15 metrů.
7. Převed' na jednotky v závorce:

23 cm^3 (l)	273,6 g (kg)
65 m^3 (hl)	3,6 min (s)
$0,35\text{ dm}^2$ (cm^2)	4 m 279 dm 13 cm (m)

8. Opíš následující věty a doplň do nich vhodné jednotky nebo čísla:

Největší pravěcí ještěři mohli v dospělosti vážit až 15.....

Lucie vypila k snídani půlmléka, to jedm³.

Školní taška žáka měla hmotnost 5,3, když ji pověsil na siloměr, tak siloměr ukázalN.

Naplánovali jsme výlet do okolí tábora v délce 14,5.....

9.5.2 Písemná práce pro 6. ročník – rozbor jednotlivých úloh, celkové výsledky

V tabulce 3 jsou uvedeny podrobné výsledky jednotlivých úloh včetně bodování (tedy určení, za co žáci dostávali body).

č. úlohy	obsah úlohy	bodování správných odpovědí	max. bodů za úlohu	počet žáků, kteří získali				průměr za úlohu
				0 či 0,5 b.	1 či 1,5 b.	2 či 2,5 b.	3 b.	
1	měření objemu pev. tělesa	1 b. určení hodnoty na 1. odměrném válci 1 b. určení hodnoty na 2. odměrném válci 1 b. odečtení hodnot (i nesprávných)	3 b.	3	5	4	11	2,0 b.
2	rozpínavost vzduchu	1 b. popis bez vysvětlení 1 b. vysvětlení	2 b.	5	6	12	/	1,3 b.
3	vlastnosti látek, exp.	1 b. popis experimentu 1 - 2 b. vysvětlení experimentu	3 b.	5	6	5	7	1,6 b.
4	elektrostatika	2 b. správné vysvětlení (nabití těles třením)	2 b.	3	0	20	/	1,8 b.
5	vahadlo v praxi	2 b. popis 1 b. určení a zdůvodnění větší hmotnosti	3 b.	1	0	8	14	2,5 b.
6	značky fyz. vel.	0,5 bodu za každý správný zápis	2 b.	0	8	14	/	1,7 b.
7	převody jed.	0,5 bodu za každý správný převod	3 b.	2	9	12	0	1,7 b.
8	odhady	0,5 bodu za každou správnou větu	2 b.	3	13	7	/	1,3 b.

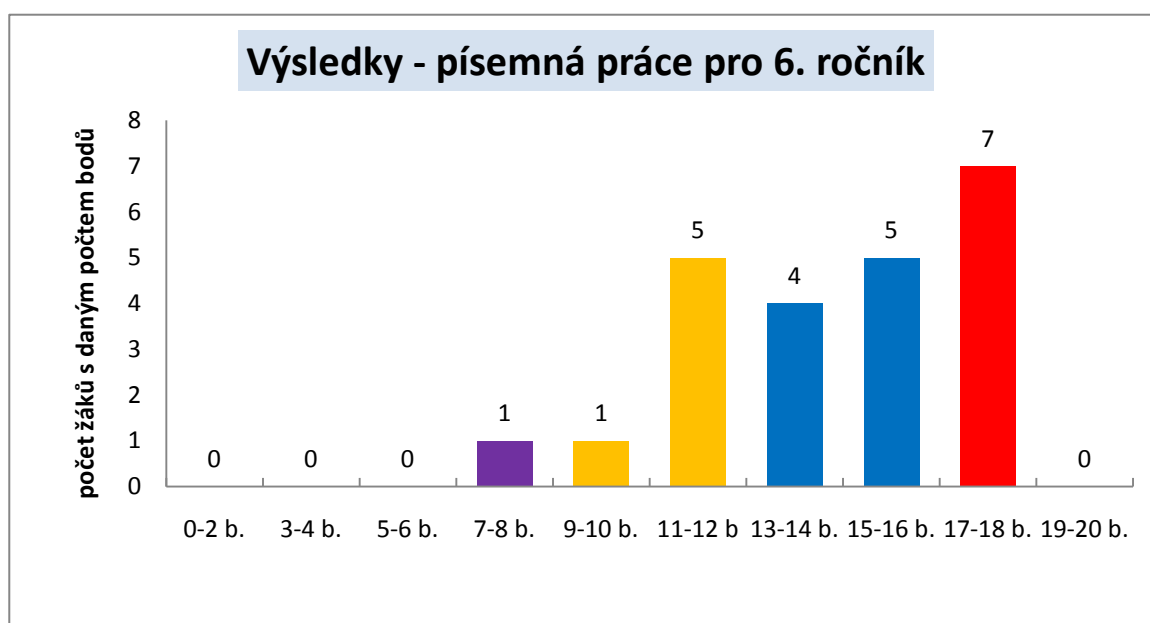
Tab. 3 Písemná práce pro 6. ročník – rozbor výsledků

Nejčastější chybou v první úloze bylo chybné odečtení hodnot v jednom nebo obou odměrných válcích (žáci si neuvědomili, že nejmenší dílek odpovídá dvěma mililitrům). Ve druhé úloze žáci obvykle chybovali v tom, že sice napsali, že by míč mohl prasknout, ale chybělo jim požadované zdůvodnění. Ve třetí úloze žáci nezískali plný počet bodů většinou proto, že popsali správný experiment, ale uvedli nesprávné nebo jen částečně správné vysvětlení, že vosk hoří pouze v plynném skupenství. Ve čtvrté úloze pouze 3 žáci neodpověděli správně na otázku týkající se vzájemného elektrování těles. Velmi dobře podle mého názoru dopadla i 5. úloha, ve které žáci byli schopni na fotografiích poznat vahadlo a popsat jeho princip. Většina žáků také správně určila, že větší hmotnost ryb váží rybáři na obrázku číslo 2, kde je závaží na vahadle dál od osy. Poslední tři úlohy byly věnovány

fyzikálním veličinám, jejich správnému zápisu a převodům jednotek. Z výsledků je vidět, že žáci ještě nemají dobře zažitě značky fyzikálních veličin a chybují i v převodech jednotek.

V grafu (Obr. 11) jsou uvedeny celkové výsledky písemné práce. Při klasifikaci jsem použila lineární stupnici, celkový maximální počet bodů byl 20.

Hodnotící stupnice: 17-20 bodů – známka 1 (červená barva v grafu); 13-16 bodů – známka 2 (modrá barva v grafu); 9-12 bodů – známka 3 (žlutá barva v grafu); 5-8 bodů – známka 4 (fialová barva v grafu); 0-4 body – známka 5. Případné poloviny bodů jsem zaokrouhlila nahoru (čili za 8,5 bodu byla trojka). Průměrná známka z písemky byla 2,04.



Obr. 11 Písemná práce pro 6. ročník – celkové výsledky

Domnívám se, že naprostá většina žáků prokázala dobré vědomosti z látky probírané v prvním pololetí 6. třídy.

9.5.3 Písemná práce pro 7. ročník – zadání

Uvedenou písemnou práci psalo 27 žáků 7. třídy s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů. Práce byla zaměřena na tematické celky *Pohyb* a *Síla*. Žáci museli prokázat porozumění práce s grafem, vypočítat několik příkladů i vysvětlit reálný experiment. Po zadání písemné práce jsem na katedru umístila zavřenou krabici, jejíž velká část přesahovala přes hranu stolu. Žáci se během písemné práce mohli jít na krabici zblízka podívat, ale nesměli na ni sahat.

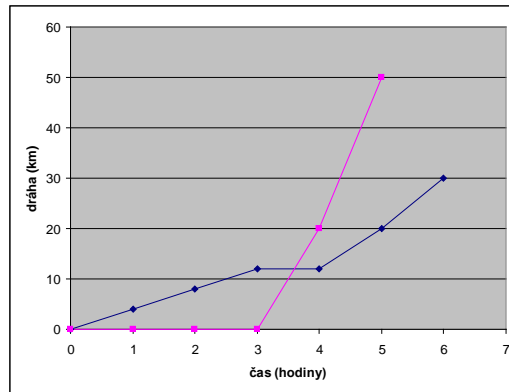
Písemná práce pro 7. ročník

1. Navrhni děje, jejichž rychlost by mělo smysl měřit v: a) m/hod, b) l/min (litr za minutu), c) kg/rok, d) m/s / min.
2. Vysvětli předvedený experiment. Jak to, že krabice nespadne?
3. Automobil jede pět minut v koloně rychlostí 24 km/hod a potom pět minut po silnici rychlostí 60 km/hod. Vypočítej jeho průměrnou rychlost.
4. Na těleso působí síla 40 N směrem doleva a 30 N směrem nahoru. Urči výslednou sílu působící na těleso a zapiš její velikost.

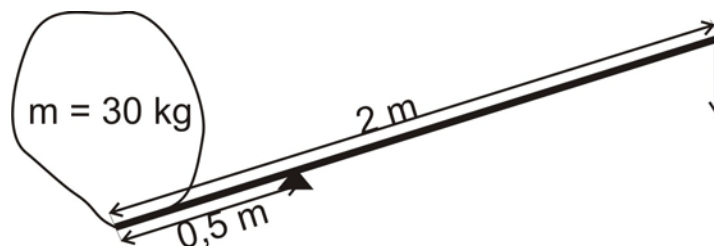
5. V některých oblastech se na rozcestnících neuvádí vzdálenost v kilometrech, ale v hodinách (viz foto). V jakých oblastech a proč se to dělá?



6. Napiš příběh ke grafu:



7. Potřebuji pomocí tyče zvednout kámen. Jakou silou musím na konci tyče působit?



8. Máš ořezanou tužku. Její ostrý konec má asi 50krát menší plochu, než rovný konec o ploše 1 cm^2 . Na rovný konec působíš silou $0,3 \text{ N}$. Jakou silou tlačí ostrý konec tužky na papír? Jaký je tlak na papír?

9.5.4 Písemná práce pro 7. ročník – rozbor jednotlivých úloh, celkové výsledky

V tabulce 4 jsou opět uvedeny podrobné výsledky jednotlivých úloh včetně bodování (tedy určení, za co žáci dostávali body).

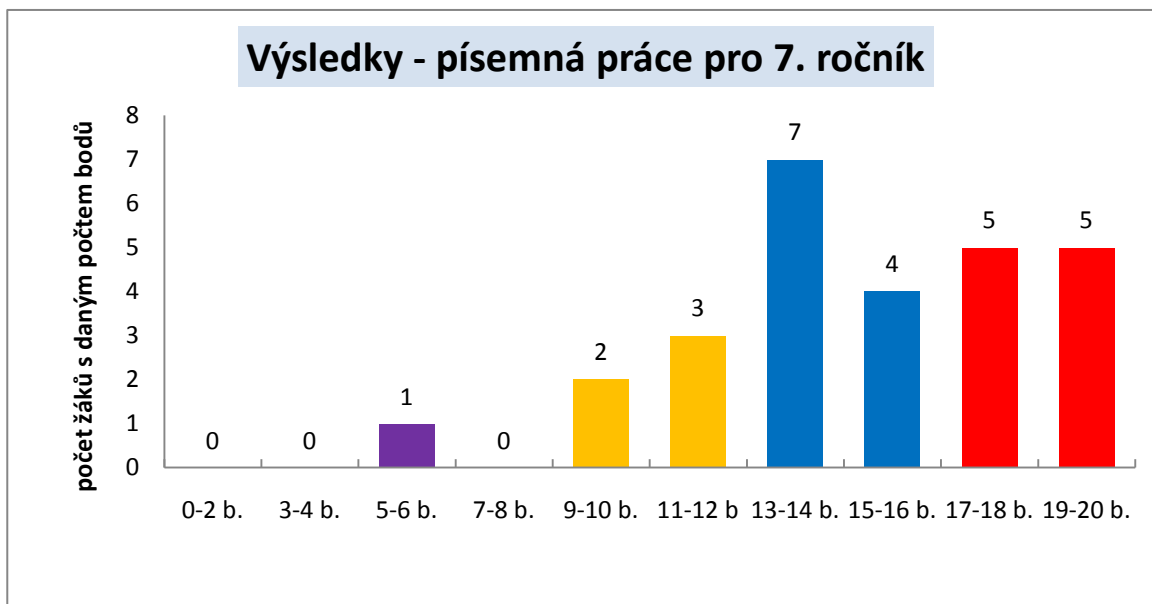
č. úlohy	obsah úlohy	bodování správných odpovědí	max. bodů za úlohu	počet žáků, kteří získali				průměr za úlohu
				0 či 0,5 bodu	1 či 1,5 bodu	2 či 2,5 bodu	3 b.	
1	jednotky různých rychlostí	0,5 bodu za správnou odpověď	2 body	0	19	8	/	1,6
2	těžiště	1 b. popis bez vysvětlení 1 b. vysvětlení	2 body	1	2	24	/	1,9
3	prům.rych.	1 b. dráha na 1.úseku 1 b. dráha na 2.úseku 1 b. prům. rychlost	3 body	6	3	8	10	1,9
4	skládání sil	1 b. obrázek 1 b. výsl. síla	2 body	0	2	25	/	2,0
5	rozcestník	1 b. popis 1 b. zdůvodnění	2 body	3	7	17	/	1,6
6	graf	max. 3 b. za správnost	3 body	1	2	4	20	2,6
7	páka	1 b. určení ramene síly 2 b. výpočet síly	3 body	14	6	2	5	1
8	tlak	1 b. síla 1 b. určení plochy 1 b. výpočet tlaku	3 body	7	4	7	9	1,8

Tab. 4 Písemná práce pro 7. ročník – rozbor výsledků

V první úloze mnozí žáci nevymysleli, jaký děj by bylo možné popsat jednotkou m/s/ min. přestože v ostatních případech popsali rychlost změny hmotnosti či objemu, v této jednotce rychlost změny rychlosti nepoznali. Žáci, kteří řešili úlohu bez chyby, někdy uváděli i pojem zrychlení či akcelerace. Ve druhé úloze všichni žáci poznali, že v krabici musí být nějaké závaží a téměř všichni uvedli i změnu těžiště zatížené krabice oproti prázdné krabici. Ve třetí úloze činil žákům největší problém výpočet ujeté dráhy. Někteří pak se špatně určenou dráhou počítali průměrnou rychlost správně. Čtvrtá úloha žákům nečinila potíže, prokázali dobrou znalost skládání kolmých sil. V páté úloze mnozí žáci popisovali, kde se s těmito rozcestníky na výletech setkali a dobře zdůvodňovali jejich užití. V šesté úloze naprostá většina žáků prokázala základní pochopení grafu závislosti dráhy na čase a chybovali jen v méně podstatných částech. Pouze v jednom případě žákyně popisovala jednotlivé úseky modrého grafu jako zrychlování, pohyb rovnoměrný a zrychlování. Sedmá úloha činila žákům největší potíže. Může to být způsobeno tím, že se jednalo o poslední učivo, které žáci ještě neměli dostatečně zažitě, nebo si nechávali úlohu nakonec a nezbyl jim na ni dostatek času. V osmé úloze žáci nejvíce chybovali v převodu jednotek plochy a ve správném výpočtu zlomku, který má ve jmenovateli velmi malé číslo a jednoduchá kalkulačka to neumí spočítat. Častou chybou bylo také to, že si žáci neuvědomili, že na hrot tužky bude působit stejná síla jako na její rovný konec (samozřejmě jsem od žáků nevyžadovala úvahu, že na špičku tužky opřené o vodorovně položený papír bude navíc působit tíha tužky).

V grafu (Obr. 12) jsou uvedeny celkové výsledky písemné práce, při klasifikaci jsem použila lineární stupnici, celkový maximální počet bodů byl 20.

Hodnotící stupnice: 17-20 bodů – známka 1 (červená barva v grafu); 13-16 bodů – známka 2 (modrá barva v grafu); 9-12 bodů – známka 3 (žlutá barva v grafu); 5-8 bodů – známka 4 (fialová barva v grafu); 0-4 body – známka 5. Případné poloviny bodů jsem zaokrouhlila nahoru (čili za 8,5 bodu byla trojka). Průměrná známka z písemky byla 1,89.



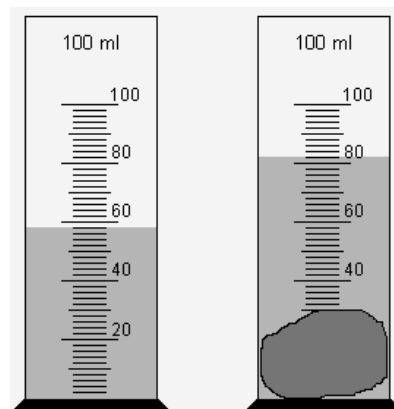
Obr. 12 Písemná práce pro 7. ročník – celkové výsledky

9.5.5 Písemná práce pro 8. ročník – zadání

Uvedenou písemnou práci psalo 22 žáků 8. třídy s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů. Práce byla zaměřena na tematické celky *Optika; Práce a výkon; Mechanická energie a její přeměny*. Do písemné práce byla zařazena i úloha týkající se laboratorních prací (úloha č. 1, měření hustoty pevného tělesa). K úloze č. 3 měli žáci k dispozici jednoduché divadelní kukátko, dovnitř kterého je vidět, takže žáci mohli z optických vlastností použitých čoček zjistit, o jaké čočky se jedná (čočky jsou malé, takže hmatem rozdíl není možné poznat).

Písemná práce pro 8. ročník

1. Při určování hustoty kousku kovu žáci zjistili, že jeho hmotnost je 271 g. Z obrázku zjistí objem tělesa a vypočítají jeho hustotu. Pomocí MF tabulek odhadni, o jaký kov se asi jednalo.



2. Nad pokladnou v supermarketu visí kulové zrcadlo. Jaké zrcadlo to je? Jaký obraz v něm pokladní vidí (tři přídavná jména)?
3. Prohlédni si divadelní kukátko a rozhodni, jaké čočky v něm jsou (v okuláru i v objektivu). Zdůvodni svoji odpověď.
4. Jakou mechanickou práci vykonáme, když závaží o hmotnosti 5 kg a) zvedneme rovnoměrným pohybem do výšky 2 m, b) držíme ve výšce 2 m nad zemí, c) přemístíme ve vodorovném směru do vzdálenosti 2 m? Tření neuvažujte.
5. Míč o hmotnosti 400 g pustíme z výšky 120 cm, odrazí se od země a vyskočí do výšky jen 70 cm.
 - a) Vypočítej práci potřebnou na zvednutí míče.
 - b) Jakou polohovou energii má míč v bodě, ze kterého jsme ho pouštěli?
 - c) Jakou pohybovou energii má míč těsně před dopadem?
 - d) Jakou polohovou energii má míč v nejvyšším bodě, kam se dostal po prvním odrazu (v té výšce 70 cm)?
 - e) Kam se energie „ztratila“?
6. Porovnejte výkony dvou chlapců při závodech ve šplhání. Chlapec o hmotnosti 60 kg vyšplhá do výšky 4 m za 5 s, chlapec o hmotnosti 72 kg do stejné výšky za 6 s.
7. Čerpadlo vyčerpá 1400 litrů vody z hloubky 12 m za dobu 5 min. Urči výkon čerpadla. Urči potřebný příkon, má-li čerpadlo účinnost 60%.

9.5.6 Písemná práce pro 8. ročník – rozbor jednotlivých úloh, celkové výsledky

V tabulce 5 jsou uvedeny podrobné výsledky jednotlivých úloh včetně bodování (tedy určení, za co žáci dostávali body).

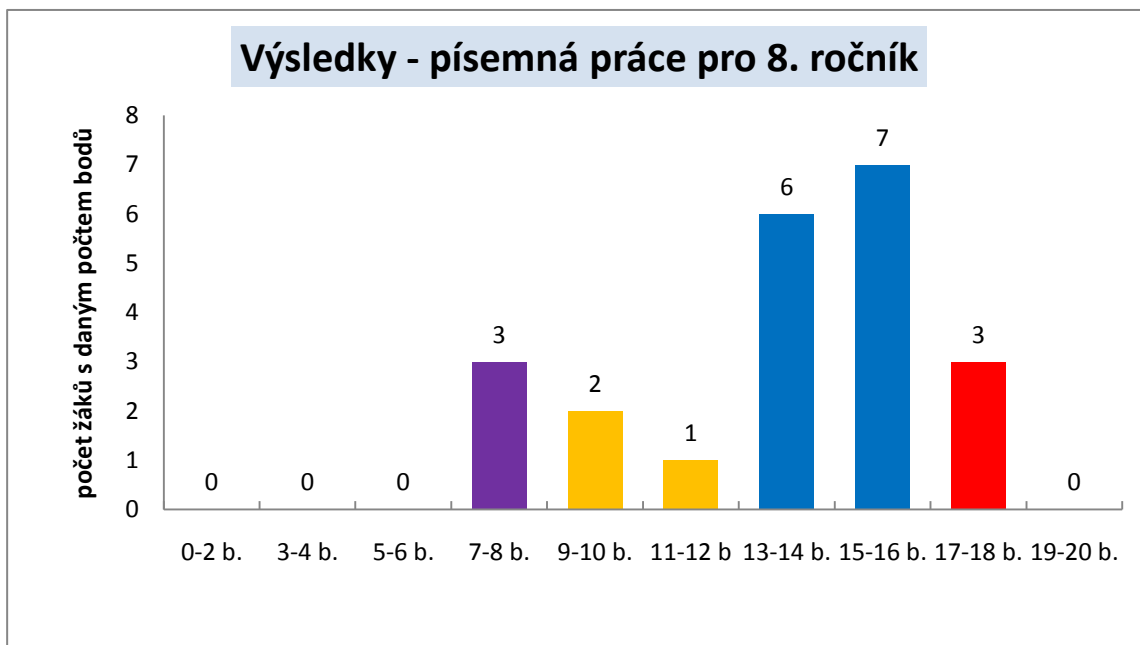
číslo úlohy	obsah úlohy	bodování správných odpovědí	max. bodů za úlohu	počet žáků, kteří získali					průměr za úlohu
				0 či 0,5 bodu	1 či 1,5 bodu	2 či 2,5 bodu	3 či 3,5 bodu	4 body	
1	hustota	1 bod určení objemu 1 bod výpočet hustoty 1 bod převod jednotek 1 bod hledání v tabulkách	4 body	1	5	2	8	6	2,7
2	zrcadlo	0,5 b název či nákres 3x0,5 b vlastnosti obrazu	2 body	3	15	4	/	/	1,3
3	kukátko	1 b popis 2 b zdůvodnění	3 body	4	6	2	10	/	1,9
4	práce	1 b. za každou správnou odpověď	3 body	1	5	11	5	/	2,0
5	energie	0,5 b. za každou správnou odpověď	2,5 bodu	5	8	9	/	/	1,3
6	výkon	max. 3 b. za správnost	3 body	2	0	3	17	/	2,6
7	čerpadlo	1 b. určení výkonu 1,5 b. výpočet příkonu	2,5 bodu	5	8	9	/	/	1,3

Tab. 5 Písemná práce pro 8. ročník – rozbor výsledků

V první úloze žáci chybovali jednak při nesprávném odečtení objemu tělesa (čili získali nesprávnou hustotu kovu a nenašli správný kov v tabulkách) a také při převodu jednotek hustoty. Ve druhé úloze žáci obvykle správně pojmenovali vypuklé zrcadlo, ale nezapomněli si na některé z přídavných jmen (zmenšený, vzpřímený, zdánlivý) popisujících vlastnosti obrazu. Ve třetí úloze téměř polovina žáků získala plný počet bodů, čili byli schopni jen z optických vlastností čoček, které ale nemohli vzít jednotlivě do ruky, poznat typ čočky. Ve čtvrté úloze si většina žáků neuvědomila, že při vodorovném přemístění tělesa se práce nekoná, pokud neuvažujeme tření. Je z toho vidět, že tuto chybnou prekonceptci se nepodařilo výukou překonat. V 5. úloze činila žákům největší obtíže otázka c), ve které si neuvědomili, že kinetická energie těsně před dopadem se rovná potenciální energii na počátku a na otázku neuměli odpovědět. V 6. úloze žáci prokázali dobrou znalost výpočtu výkonu. V 7. úloze byly chybné odpovědi nejčastěji způsobeny chybným výpočtem příkonu ze zadané účinnosti a správně vypočítaného výkonu.

V grafu (Obr. 13) jsou uvedeny celkové výsledky písemné práce, při klasifikaci jsem použila lineární stupnici, celkový maximální počet bodů byl 20.

Hodnotící stupnice: 17-20 bodů – známka 1 (červená barva v grafu); 13-16 bodů – známka 2 (modrá barva v grafu); 9-12 bodů – známka 3 (žlutá barva v grafu); 5-8 bodů – známka 4 (fialová barva v grafu); 0-4 body – známka 5. Případné poloviny bodů jsem zaokrouhlila nahoru (čili za 8,5 bodu byla trojka). Průměrná známka z písemky byla 2,27.



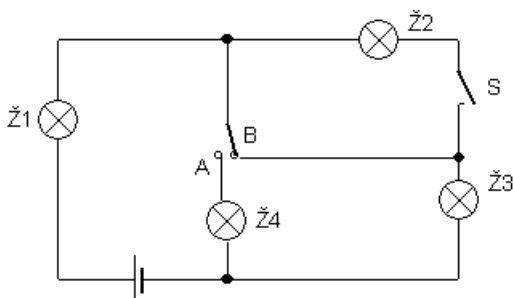
Obr. 13 Písemná práce pro 8. ročník – celkové výsledky

9.5.7 Písemná práce pro 9. ročník – zadání

Uvedenou písemnou práci psalo 23 žáků 9. třídy s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů. Práce byla zaměřena na tematické celky: *Elektrický obvod, měření napětí a proudu; Bezpečnost práce s elektrickými spotřebiči; Elektromagnetismus; Transformátor*. Žákům byl během písemné práce předveden experiment se zavěšeným kovovým kroužkem. Považuji za nutné uvést, že tento experiment žáci předtím nikdy neviděli. Během písemné práce žáci mohli přijít ke katedře a experiment si vyzkoušet.

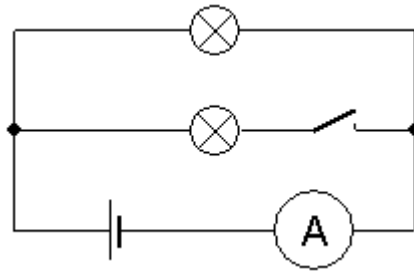
Písemná práce pro 9. ročník

- Doplň tabulku ke schématu elektrického obvodu (předpokládej, že všechny žárovky jsou stejné):

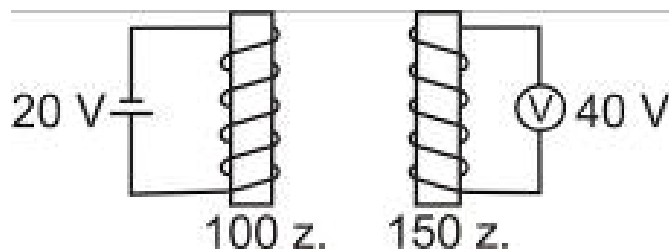


P	S	Ž1	Ž2	Ž3	Ž4
A	0				
A	1				
B	0				
B	1				

2. Jak se změní výchylka ampérmetru v daném obvodu při sepnutí spínače (zvětší – zmenší – zůstane stejná)? Předpokládej, že obě žárovky jsou stejné. Zdůvodni odpověď.



3. Proč se nesmějí používat elektrické spotřebiče ve vaně? Podrobně zdůvodni.
 4. V obrázku transformátoru oprav všechny chyby, své opravy zdůvodni. Předpokládej, že počet závitů na cívkách je správný a velikost napětí na primární cívce také.



5. Na obrázku vidíš jednoduchý reproduktor. Popiš, z čeho se reproduktor skládá a jak funguje.



6. Vysvětli předvedený pokus: Na nit pověsíme kovový kroužek (nemagnetický - prstýnek ze stříbra, mosazný kroužek apod.). Pozoruj, co se děje, když pohybuješ magnetem v okolí kroužku. Popiš, vysvětli.

9.5.8 Písemná práce pro 9. ročník – rozbor jednotlivých úloh, celkové výsledky

V tabulce 6 jsou uvedeny podrobné výsledky jednotlivých úloh včetně bodování (tedy určení, za co žáci dostávali body).

číslo úlohy	obsah úlohy	bodování správných odpovědí	max. bodů za úlohu	počet žáků, kteří získali				průměr za úlohu
				0 či 0,5 bodu	1 či 1,5 bodu	2 či 2,5 bodu	3 body	
1	el.obvod	0,5 b za každý správný řádek	2 body	3	14	6	/	1,4
2	ampérmetr	2 b za správnou odpověď	2 body	21	0	2	/	0,2
3	bezpečnost	2 b zdůvodnění	2 body	1	1	21	/	1,9
4	trafo	1 b. za každou nalezenou chybu	3 body	2	9	4	8	1,8
5	reproduktor	1 b. za popis, 2 b za funkci	3 body	3	4	8	8	1,9
6	pokus	1 b. popis 2 body vysvětlení	3 body	2	11	7	3	1,5

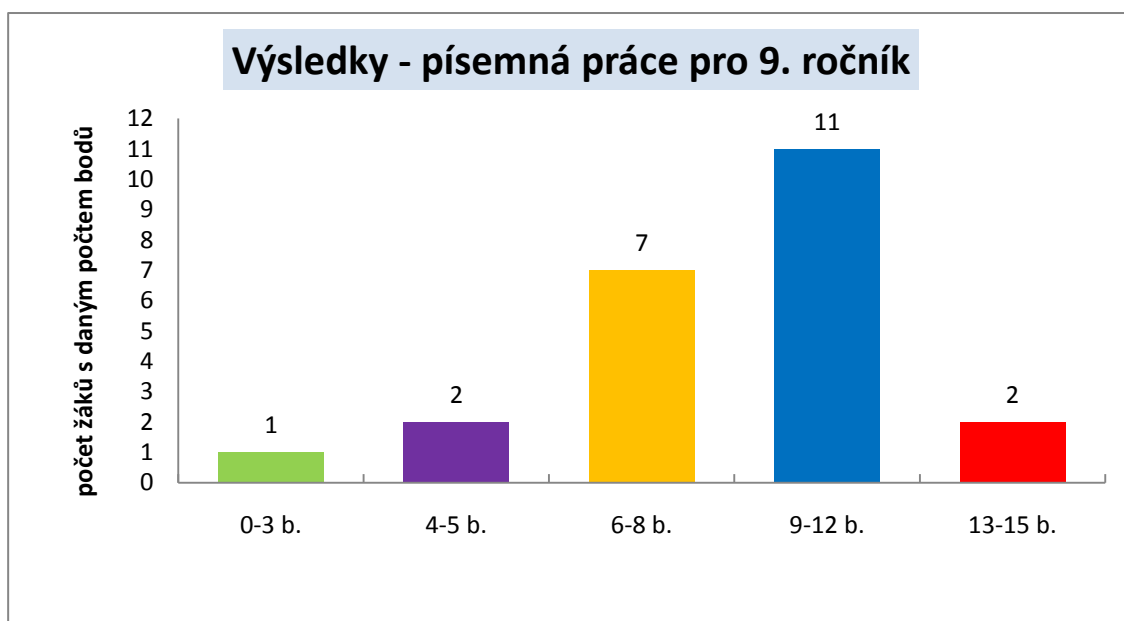
Tab. 6 Písemná práce pro 9. ročník – rozbor výsledků

V první úloze žáci chybovali nejčastěji v tom, že si neuvědomili, že při přepnutí přepínače do polohy B a současném sepnutí spínače dochází na druhé žárovce ke zkratu, a tedy tato žárovka nesvítí. Jak je vidět z tabulky, tak druhou úlohu řešili správně pouze dva žáci. Přestože jsme v průběhu podzimu několikrát měřili a mnohokrát počítali výsledný odpor paralelně zapojených žárovek či rezistorů, tak nyní, když měli tuto znalost prokázat při řešení úlohy, tak si na to nevzpomněli a použili chybnou představu. 14 žáků předpokládalo, že proud zůstane stejný (cituji jedno z typických vyjádření: „*Když sepneme spínač, proud se rozdělí. Ovšem potom se zase spojí a ampérmetrem projde stejný jako předtím.*“). Při výuce se tedy nepodařilo u žáků překonat chybnou prekonceptci. Pět žáků si neuvědomilo, jak se počítá výsledný odpor při paralelním zapojení. Předpokládali, že výsledný odpor bude dvojnásobný, a tedy výsledný proud bude dvakrát menší. (Pozn. Podobnou úlohu zařadili do svého rozsáhlého výzkumu týkajícího se prekonceptcí v elektřině i autoři [106]). Ve třetí úloze prakticky všichni žáci prokázali dobrou znalost pravidel bezpečnosti při zacházení s elektrickými spotřebiči. Ve 4. úloze si žáci často nevšimli, že jako zdroj je na obrázku použita baterie místo zdroje střídavého proudu. Popsat a vysvětlit princip reproduktoru v 5. úloze žáci zvládali vcelku bez problémů. Velmi obtížná pro žáky byla úloha číslo 6. Experiment jsme ve třídě neprováděli (ani o vířivých proudech jsme se nic neučili), žáci museli skutečně pouze na základě znalostí o elektromagnetické indukci vymyslet princip tohoto pokusu. Bylo zajímavé sledovat, jak jsou někteří žáci již hotovi s ostatními úlohami a

několikrát si jdou experiment vyzkoušet, protože jim „vrtá hlavou“, jak je to možné. Jak je vidět z tabulky, tak 11 žáků experiment pouze popsalo, 7 žáků podalo částečně správné vysvětlení (nejčastěji napsali, že se v kroužku indukuje proud, ale již nezdůvodnili, proč se kroužek pohybuje) a 3 žáci vysvětlili správně celý experiment.

V grafu (Obr. 14) jsou uvedeny celkové výsledky písemné práce, při klasifikaci jsem použila lineární stupnici, celkový maximální počet bodů byl 15.

Hodnotící stupnice: 13-15 bodů – známka 1 (červená barva v grafu); 9-12 bodů – známka 2 (modrá barva v grafu); 6-8 bodů – známka 3 (žlutá barva v grafu); 4-5 bodů – známka 4 (fialová barva v grafu); 0-3 body – známka 5 (zelená barva v grafu). Případné poloviny bodů jsem zaokrouhlila nahoru (čili za 8,5 bodu byla dvojka). Průměrná známka z písemky byla 2,52.



Obr. 14 Písemná práce pro 9. ročník – celkové výsledky

Pozn. Jenom pro zajímavost zde mohu uvést, že jsem stejnou písemnou práci zadala v březnu 2011 sedmi studentům 1. ročníku MFF UK na úvod semináře *Elektrina a magnetismus krok za krokem* (tedy dříve, než jsme se těmito problémy společně zabývali, avšak poté, co absolvovali výuku fyziky na základní a střední škole). Jejich průměrná známka byla 2,28.

9.5.9 Písemné práce – závěrečný komentář

Uvedla jsem zde čtyři písemné práce z různých ročníků. Písemky pro 6. a 9. ročník byly zaměřeny spíše na úlohy s otevřenou odpovědí, žáci museli formulovat své myšlenky, hledat řešení nového problému. Písemné práce pro 7. a 8. ročník byly zaměřeny spíše na řešení početních úloh. Domnívám se, že celkově moji žáci prokázali poměrně dobré znalosti. Bylo by zajímavé porovnat jejich výsledky se žáky nějaké „kontrolní skupiny“, avšak uvědomuji si, že by to nebylo vůči žákům z této kontrolní skupiny, kteří by se neučili fyziku podle projektu Heuréka, poctivé. Styl a formulace některých úloh, na které jsou moji žáci zvyklí, by pro jiné žáky mohly být obtížné.

9.6 Dobrovolné domácí úkoly

Domácí úkoly bývají běžnou součástí výuky nejen fyziky. V projektu Heuréka jsem se rozhodla, že budu zadávat pouze dobrovolné domácí úkoly, jejichž pomocí se budu snažit zvyšovat motivaci žáků.

Dobrovolné domácí úkoly mají různou formu, nikdy to ale nejsou tradiční úlohy, při kterých mají žáci spočítat nějaké úlohy z učebnice nebo ze sbírky. Uvedu zde některé typy úkolů, které žákům zadávám. Konkrétní příklady úloh k jednotlivým typům byly publikovány v článku [A2], jehož kopie je uvedena v příloze 3.

- Navržení pokusu, kterým se ověří nějaká hypotéza nebo se rozhodne mezi několika hypotézami
- Provedení domácího experimentu, jeho popis, případně vysvětlení
- Vymyšlení nějakého zařízení
- Vyrobení nějakého přístroje
- Vymyšlení nějaké úlohy
- Získání nějaké dovednosti

Zajímavá je i role rodičů u těchto domácích úkolů. Vůbec mi nevnadí, když rodiče dětem s něčím pomáhají, spíše naopak. Myslím si totiž, že příležitostí k společnému bádání s rodiči nad nějakým problémem mají dnešní děti velmi málo. A navíc u těchto úkolů nehrozí situace, že by rodiče za děti úkol udělali (jen proto, aby dítě dostalo jedničku) a dítě vůbec nevědělo, o co jde.

Důležitou součástí všech domácích úkolů je také jejich prezentace. Děti u tabule předvádějí spolužákům, jak fungují jejich hodiny, kreslí na tabuli, jak by pomohly smutnému panu králi, povídají o tom, jak slévaly kapaliny a co kde plavalo, atd.



Obr. 15 Prezentace dobrovolného domácího úkolu – Heronova fontána

Kromě motivace žáků mají dobrovolné domácí úkoly i jistou roli při pololetní či závěrečné klasifikaci. Pokud žák přinese dobrovolný domácí úkol, který je správně, dostane za něj „malou“ jedničku, kterou si zapíše do žákovské knížky. Tyto jedničky společně s jedničkami za práci v hodině mu mohou pomoci v případě nerozhodné známky na vysvědčení.

Je samozřejmé, že různé děti mají různý přístup k těmto dobrovolným domácím úkolům. Někteří žáci jich za pololetí donesou třeba deset, jiní ani jeden. Považuji za zajímavé, že i žáci devátého ročníku, kteří mají často poměrně laxní přístup k plnění školních povinností, tyto dobrovolné domácí úkoly dělají – snad proto, že to nevnímají jako povinnost, ale jako zajímavý problém k řešení.

9.7 Projekt Heuréka a klíčové kompetence

V současné době jsou školy povinny se řídit Rámcovými vzdělávacími programy a na jejich základě si vytvářet své školní vzdělávací programy. Hlavní důraz se v těchto programech neklade na učivo, ale na to, aby žáci byli vedeni k získávání klíčových kompetencí.

Věřím, že z předchozích ukázek metodických materiálů je zřejmé, že výuka podle projektu Heuréka podporuje vytváření klíčových kompetencí žáků a podporovala je již v době, kdy platily povinné školní osnovy, a o klíčových kompetencích nikdo nemluvil. Přesto však považuji za důležité ukázat, jaké konkrétní kompetence v nějakém tématu rozvíjíme. Obávám se totiž, že na mnoha školách je přístup k tomuto problému opačný – rozpracování klíčových kompetencí do školního vzdělávacího programu je uděláno pouze formálně a na vlastní výuce a přístupu k žákům se nic nezměnilo.

Na konferenci Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, která se uskutečnila v dubnu 2005 v Srní a která byla zaměřena na Rámcové vzdělávací programy, jsem si připravila příspěvek [A18], který jsem pro potřeby této práce doplnila a upravila.

Uvedení do situace

Na začátku tematického celku *Elektrické obvody* (v šesté, případně v osmé třídě základní školy, na seminářích Heuréky pro učitele ze škol i na seminářích pro současné studenty učitelství fyziky) zadávám účastníkům následující úkoly:

1. Rozsviňte malou žárovku pomocí ploché baterie (nic jiného k dispozici nemáte).

Každý žák má k dispozici plochou baterii a žárovku, já procházím po třídě a sleduji, komu se již podařilo žárovku rozsvítit a kdo s tím má problém. Po chvíli, když již všichni žáci úlohu vyřeší, uděláme společně závěr, ke kterému žáci došli. Nakreslím na tabuli obrázek baterie a žárovky a někdo z dětí vyznačí, že nejen baterie, ale i žárovka má dva konce. A tyto konce musí být propojeny, aby žárovka svítila.

Tato jednoduchá úloha činí občas problémy nejen dětem, ale i studentům učitelství. Mnozí se totiž ve školách setkávali s elektrickými obvody pouze teoreticky, nezapojovali je. Studenti se také občas obávají sáhnout na kontakty baterie, „aby je to nekoplo“, u dětí jsem se s touto obavou nesešla.

2. Zapojte žárovku tak, aby svítila přes co nejvíc věcí najednou.

V této soutěži žáci pracují ve dvojicích, mohou použít věci, které mají u sebe, nedostanou žádné vodiče apod. od učitele. Já procházím po třídě, kontrolovuji, zda žárovka skutečně svítí a píšu na tabuli průběžné rekordy třídy. Děti běžně zvládají rozsvítit žárovku přes třicet věcí (mince, klíče, nůžky atd.). Pak si děti zapíší závěry, ke kterým během experimentu dospěly (nutnost funkční baterie a žárovky, všechny věci

musí být vodivé a musí se dotýkat, věci musí být zapojeny dokola, žárovka i baterie mají dva „konce“, které musí být propojeny.) Tento závěr je třeba zopakovat, neboť pravidelně se stává, že někdo utvoří obvod z mincí a na ně shora postaví žárovku a diví se, že žárovka nesvítí.



Obr. 16 Bude žárovka svítit?

Na jedné části tabule (například vlevo) jsou tedy sepsány nutné podmínky pro fungování elektrického obvodu. Na druhou část tabule (vpravo) nakreslím pomocí obrázků (baterie, žárovka, nůžky, klíče, mince, apod.) nějaký jednoduchý elektrický obvod a zeptám se dětí, zda by tento způsob kreslení obvodu byl pro praxi vhodný a dostatečně jednoduchý. Žáci obvykle řeknou, že nikoliv a sami uvedou schematické značky a nakreslí schéma jednoduchého elektrického obvodu.

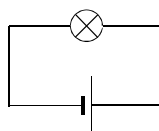
*Pak se zeptám žáků, zda vidí nějaký principiální rozdíl mezi vlastnostmi elektrického obvodu a schematickými značkami. Děti navrhnou nějaké rozdíly, ale to podstatné je obvykle potřeba jim říci. Na levé straně jsou popsány **vlastnosti přírody**, něco, co člověk nemůže ovlivnit. Na pravé straně jsou **domluvené značky**, něco, co si vytvořili lidé, co může v různých zemích být odlišné (a také odlišné je). Podle mého názoru je důležité při výuce fyziky rozlišovat, co je vlastnost přírody a co je jen náš, lidský, popis této vlastnosti.*

Problém k řešení

Po výše uvedených úlohách předložím žákům následující problém.

Zadání úlohy:

Máme základní elektrický obvod:



Tento obvod by mohl fungovat dvěma různými způsoby, mohli bychom si vytvořit dva různé modely:

1. model (model svářečské soupravy)

Může to být tak, že z baterie jdou z jedné strany „plusy“, z druhé strany „mínusy“ a tam, kde se setkají, svítí žárovka. Je to stejné jako u sváření, kde jde z jedné bomby kyslík, z druhé bomby acetylén, tam, kde se setkají, hoří plamen.

2. model (vodní)

Může to být také tak, že baterka nutí něco v drátech „běhat dokola“, když to prochází žárovkou, tak ji to rozsvítí. To by bylo stejné, jako když máme čerpadlo, které pohání vodu v trubkách. Vodu přivedeme k vodnímu kolu, které se roztočí. Vodu pak odvedeme zpět do čerpadla.

3. Navrhněte experiment, kterým rozlišíte, jestli se elektrický obvod chová jako svářečská souprava nebo jako „vodní“ obvod. K dispozici máte baterie, žárovky a vodiče, nic jiného.

Předtím, než žáci začnou úlohu řešit, je zajímavé se jich zeptat, kdo si myslí, že je správně první model a kdo si myslí, že je správně druhý model. Výsledky tohoto „hlasování“ nekomentuji a nechávám děti hledat řešení problému.

Pokud vám nyní připadá, že tuto úlohu nemá smysl řešit, protože přece každý ví, jak to je správně, zeptejte se prosím svých žáků. Podle mých dlouhodobých zkušeností zhruba polovina žáků osmých tříd a dvě třetiny žáků šestých tříd mají představu, že správný je první model.

Podobné výsledky uvádějí i rozsáhlé výzkumy věnované prekonceptům žáků a studentů v oblasti elektřiny. Tomuto tématu se dlouhodobě věnuje RNDr. Dana Mandíková [94].

Důležitá poznámka určená čtenáři tohoto textu:

Vážený kolego,

prosím Vás, abyste dál nečetl, vzal si tužku a papír a pokusil se úlohu vyřešit sám. Pokud to neuděláte a přečtete si řešení, které je uvedeno dále, připravíte se o radost z vlastního objevu a budete také hůře rozumět komentářům, které budou na úlohu navazovat.

Řešení úlohy:

Při řešení úlohy pracují žáci samostatně, nediskutují o svých návrzích se spolužáky, aby si cestou objevování prošel každý sám. Žáci často tápou, navrhuji experimenty, které o správnosti modelu nerozhodnou (např. připojit žárovku jen k jednomu pólu baterie, apod.). Úlohou učitele je procházet po třídě, sledovat práci žáků, pomáhat jim porozumět případným nedostatkům návrhů a přitom je povzbuzovat k dalšímu hledání.

V běžné třídě již během 5 – 10 minut několik žáků najde alespoň jedno správné řešení. Znovu upozorňuji, že správnost řešení úlohy není v tom, že žák správně popisuje, jaký

model elektrického obvodu odpovídá realitě, ale v tom, že navrhne experiment, který teprve o správnosti modelu rozhodne.

Žáci, kteří našli jedno řešení úlohy, mohou hledat další, principiálně odlišné řešení problému. Dle svých cílů a časových možností pak učitel rozhodne o ukončení bádání, nechá některé žáky nakreslit na tabuli schéma obou řešení a vysvětlit ho ostatním. Nakonec žáci zapojí elektrické obvody (buď ve skupinách v lavicích, nebo někdo z žáků na katedře), a tím teprve každý ověří svoji hypotézu.

Jsou dva základní experimenty, které pomohou rozhodnout o správnosti nebo nesprávnosti daných modelů. První experiment spočívá v tom, že do obvodu zapojíme dvě žárovky sériově. Pokud by byl správný první model, nemohly by svítit obě žárovky současně (není možné svařovat na dvou místech). Vodní model tomuto experimentu vyhovuje.

Ve druhém experimentu se zapojí žárovka k plus pólu jedné baterie a k minus pólu jiné baterie, baterie spolu spojeny nejsou. Pokud by byl správný model sváření, žárovka by svítila. Žáci však při realizaci svého návrhu (často s velkým překvapením) zjistí, že žárovka nesvítí, tedy tento model neodpovídá skutečnosti, vodní model opět vyhovuje.

Pochvalu si zaslouží všichni žáci, kteří k některému návrhu experimentu došli, neboť bez ohledu na to, jaká byla jejich původní hypotéza, zda správná nebo nesprávná, experimentem se o její pravdivosti přesvědčili.

Společně s dětmi tedy uděláme závěr, že pro elektrický obvod je možné jako model používat „vodní obvod“. Při další výuce pak tento model využívám, děti poznávají užitečnost, ale i omezení modelu, chápou, že model není totéž jako skutečnost, ke které je vytvořen, atd. (*Pozn. Další zajímavé modely elektrického obvodu jsou uvedeny v článku [46].*)

Rozbor úlohy z hlediska rozvoje kompetencí žáků

Pokusím se teď porovnat výše uvedenou činnost žáků s klíčovými kompetencemi, popsány v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání [107].

Pro přehlednost jsem porovnání napsala do tabulky 7, ve které v prvním sloupci je uvedeno, jakou znalost či dovednost žáci při řešení úlohy prokazovali, ve druhém sloupci je ocitována část z některé kompetence z RVP, ve třetím sloupci je název kompetence, které se to týká.

Rozebereme-li detailně, co všechno žáci při úspěšném řešení museli dělat, dospějeme zhruba k těmto výsledkům:

Žáci při řešení úlohy museli:	Citace z RVP (žák...)	Kompetence
Porozumět symbolům ve schématu elektrického obvodu	operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly	K učení

Porozumět předloženým modelům, analyzovat jejich podstatné znaky	rozpozná a pochopí problém, nachází shodné, podobné a odlišné znaky (informací)	K řešení problémů
Formulovat vlastní hypotézu k předloženému problému	přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách	K řešení problémů
Navrhnout experiment, kterým ověří nebo vyvrátí svou hypotézu, mnozí žáci přitom k řešení dospívali postupně, v několika krocích	samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické (...) postupy využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému	K řešení problémů
Vysvětlit své řešení učiteli a pak případně i spolužákům, obhájit ho a zdůvodnit jeho správnost	formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu, naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuse, obhajuje svůj názor a vhodně argumentuje	Komunikativní
Provést experiment, zapojit součástky dle navrženého schématu	ověřuje prakticky správnost řešení problémů používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení	K řešení problémů Pracovní
Porovnat své vlastní předchozí představy a hypotézy se skutečností, případně je i opravit, pokud byly nesprávné	posoudí vlastní pokrok a určí překážky či problémy bránící učení	K učení
Poznávat jiné způsoby učení, než pomocí sdělování poznatků či vyhledávání informací	využívá pro efektivní učení vhodné způsoby, metody a strategie	K učení
Vnímat a posoudit své schopnosti při řešení problému, v případě nalezení správného řešení mohli žáci prožít pocit úspěchu	sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů vytváří si pozitivní představu o sobě samém, která podporuje jeho sebedůvěru a samostatný rozvoj	K řešení problémů Sociální a personální

Tab. 7 Rozbor úlohy z hlediska kompetencí

Závěr

Je možné, že Vám teď připadá celá tabulka jako zcela vykonstruovaná, nesmyslná. Pokud jste si však řešení problému opravdu sami vyzkoušeli, pravděpodobně jste prošli všemi fázemi řešení, které jsou uvedeny v levém sloupci. Příslušné kompetence jsem do tabulky připsala

proto, abychom si všichni uvědomili, že nemá smysl přemýšlet, jak ke klasickému výkladu fyziky formálně doplnit plnění jakýchsi „shora přikázaných“ kompetencí. Je třeba spíše uvažovat o tom, jak předat dětem požadované poznatky a současně je přitom vést k lepšímu porozumění sobě, lidem kolem sebe i světu okolo.

Kromě rozvoje kompetencí může výše uvedený metodický postup sloužit jako příklad toho, jak v projektu Heuréka pracujeme s prekoncepty. Můžeme tento postup porovnat s tím, jak je problematika prekonceptů řešena v odborných publikacích, například v [4]. Autoři uvádějí, že mnozí učitelé předpokládají, že žáci o určité věci nic nevědí, neboť se to ve škole (nebo dokonce v daném předmětu) ještě neučili. Bylo by ale rozumné, aby na začátku nějakého tématu učitel zjistil, jak jeho žáci danou problematiku chápou. Na užitečných myšlenkách pak může stavět, zatímco nesprávné představy je možno opravit prostřednictvím praktických a smysluplných zkušeností. Dále autoři popisují, jakým způsobem je možné s těmito prekoncepty pracovat (citují):

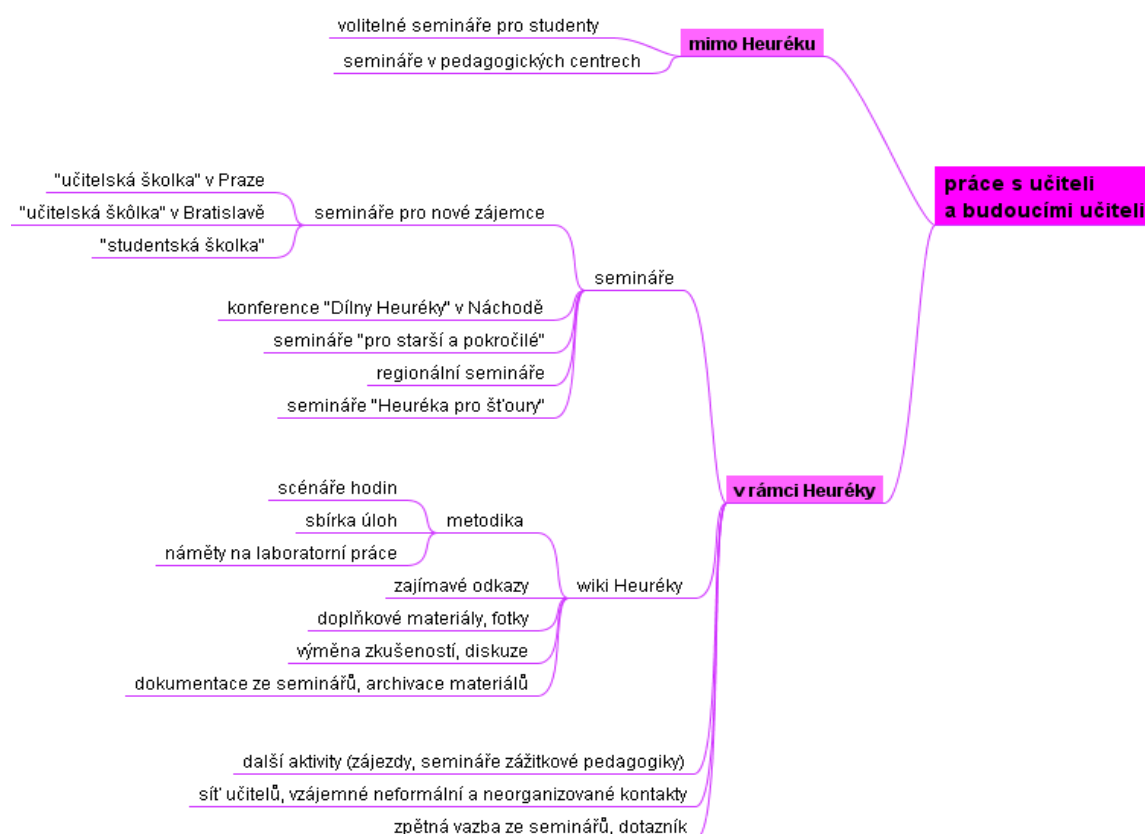
Dříve žákem zkonstruované nesprávné významy (miskoncepce) jsou velmi pevně zakořeněny, a chceme-li je změnit, je nutno je nejdříve najít a vyvrátit. Učitelé se musí o takových dříve získaných představách dozvědět a poté připravit žákům takové zkušenosti, z nichž jasně uvidí, že jejich dosavadní představa byla mylná. (...) Takové „nezapadající události“ (diskrepance, kognitivní konflikty) jsou mocným nástrojem, který žákům pomůže opravit jejich nesprávné představy.

V našem výše uvedeném případě je situace z didaktického hlediska o to cennější, že experiment rozhodující o správnosti hypotézy navrhnou sami žáci.

10. Vzdělávání učitelů v projektu Heuréka – semináře

Jak už jsem uvedla výše, vzdělávání učitelů v současné době považuji za svoji nejdůležitější úlohu v projektu Heuréka. Práce s žáky ve třídě je pro mne samozřejmě také důležitá, ale při ní mohu ovlivnit zhruba sto dětí každý rok. Pokud se nám ale podaří přivést další učitele k tomu, aby učili fyziku způsobem, který rozvíjí myšlení žáků, je pro žáky zajímavý, učí je rozumět světu kolem sebe, potom jsme vlastně nepřímo ovlivnili mnohem více žáků a studentů.

Jak je vidět na výřezu z mapy mysli (Obr. 17), jedná se o poměrně složitý komplex seminářů a dalších aktivit, který se nyní pokusím podrobněji popsat. O počtu seminářů si lze udělat přesnější představu z přehledu proběhlých akcí na webu Heuréky [108].



Obr. 17 Mapa mysli – Práce s učiteli

10.1 Semináře pro nové zájemce

Učitelé, kteří se o Heuréce nějakým způsobem dozvěděli a mají zájem získat nějaké další informace, mne obvykle kontaktují e-mailem. Je-li to jenom trochu možné, snažím se s nimi sejit osobně a základní informace jim předat ústně. Je pro mne příjemné, a věřím, že pro tyto nové zájemce také, když se alespoň trochu poznáme dříve, než na semináři. Při tomto setkání jim mohu zodpovědět jejich otázky, popsat jim náš způsob práce. Mají-li zájem, zvu je také na návštěvu k nám do školy, aby se podívali na některé moje hodiny a mohli si udělat lepší představu o tom, jak výuka podle Heuréky probíhá. Samozřejmě učitele třeba ze severní Moravy nenutím, aby přijel do Prahy na krátké setkání, a komunikujeme elektronicky.

Semináře pro nové zájemce tvoří dvouletý kurz, složený z 8 – 10 víkendových setkání. Tuto formu jsme zvolili proto, že podle našeho názoru je nutné pracovat s učiteli delší dobu, aby nové myšlenky a metody účastník skutečně přijal a mohl je převzít do své praxe. Ze své vlastní zkušenosti vím, že i zajímavý několikahodinový seminář má ve výsledku jen

minimální dopad na moji práci. Sice si řeknu, že tohle bych při výuce mohla použít, že to je zajímavá myšlenka, ale po krátké době na to již zapomenou a nepoužívám to.

Jak jsem již uvedla výše, první běh seminářů pro nové zájemce (tzv. „učitelská školka“) začal na podzim roku 2002. V červnu 2010 tak skončil již čtvrtý běh těchto seminářů a na podzim 2010 byl zahájen pátý běh. Těší mne, že je v České republice stále dost učitelů fyziky, kteří mají o Heuréku zájem.

Vzhledem k tomu, že se zvyšoval počet zájemců o Heuréku z řad slovenských učitelů a jezdit z Trnavy nebo Nitry na víkend do Prahy je přece jen náročnější, domluvily jsme se s kolegyněmi v Bratislavě na otevření slovenské "škôlky" pro učitele. Její první běh začal na podzim 2007, druhý běh začátkem roku 2010.

10.1.1 Organizace seminářů

Učitelé přijíždějí v pátek večer do školy, zabydlí se ve třídách, a zhruba kolem 19:30 začíná večerní program, který končí kolem 22. hodiny. Poté se často ještě sedí a zpívá s kytarou či diskutuje, ale již to není organizovaný program. V sobotu začíná program v 9 hodin a s přestávkami běží zase do pozdních večerních hodin. V neděli začínáme v 8:30 a končíme kolem 11:30, aby se všichni mohli bez problémů dostat domů. Jenom z tohoto časového rozvrhu je vidět, že jsou semináře pro účastníky náročné. Snažíme se však sestavit program tak, aby nebyl jednotvárný, aby účastníci nebyli unaveni. Dokonce jsem se již několikrát setkala s tím, že mi někdo v neděli při odjezdu říkal, že přijížděl v pátek hodně unavený, že se mu do Prahy ani nechtělo, ale teď se cítí, jako by měl „dobité baterky“.

Cyklos seminářů *Heuristická výuka prakticky I – IV* jsme v letech 2006 – 2007 akreditovali jako akci DVPP (č.j. 10 912/2006-25-215 a 11 377/2007-25-272), v roce 2010 jsme akreditaci pod názvem *Heuristická výuka fyziky prakticky I – V* obnovili (č.j. 16 212/2010-25-415). Každý z těchto seminářů se skládá z 36 hodin výuky (tedy dvou víkendových setkání). K tomu, aby učitel získal osvědčení o absolvování semináře, musí se zúčastnit minimálně 75% výuky (je tedy možné, aby vynechal část jednoho víkendového setkání).

Běžně se stává, že na některý víkend přijede účastník z předchozího běhu „učitelské školky“, který se tehdy nemohl zúčastnit a chce si dané téma doplnit. Důvodem však není snaha o získání osvědčení, neboť na mnoha školách není propracován systém kariérního růstu učitelů, ale potřeba získat metodické náměty k výuce daného tematického celku.

10.1.2 Obsah seminářů

Účastníci seminářů pro nové zájemce tvoří velmi různorodou skupinu zhruba 20 – 30 lidí. Setkávají se zde učitelé z celé republiky (v době, než začaly semináře v Bratislavě, tak i ze Slovenska), z různých typů škol – největší část samozřejmě tvoří učitelé základních škol a gymnázií, ale několika seminářů se zúčastnila i paní učitelka z mateřské školy, kterou zajímalo, jak si může s dětmi hrát v přírodovědě. Na druhou stranu na Heuréku jezdili i doktorandi z mimopražských fakult vzdělávajících učitele – z Hradce Králové, Plzně, Ústí nad Labem. Různou úroveň mají samozřejmě také odborné znalosti učitelů. Někteří účastníci fyziku nikdy nestudovali, nemají aprobaci na fyziku, přesto ji ve své škole učí, naopak někteří zvládají velmi dobře fyziku i na vysokoškolské úrovni.

Abych zmapovala, jak na tom účastníci s fyzikou jsou, zadávám jim hned na začátku prvního semináře test (text je uveden v příloze 4). V tomto testu nezjišťuji ani tak fyzikální znalosti (úlohy nepřesahují úroveň základní školy), ale spíše pochopení základních principů. Často se stává, že při rozboru správných řešení učitelé zjišťují, že sice danou látku znají, učí ji, ale vlastně jí nerozumějí. V tuto chvíli se stírají rozdíly mezi jednotlivými učiteli a účastníci zjišťují, že jsou na tom hodně podobně, bez ohledu na to, co vystudovali, jak dlouho učí či

z jaké školy jsou. A jsou ochotni začít se učit fyziku od začátku, jako kdyby se s ní nikdy nesetkali. Proto také neformálně říkáme tomuto cyklu seminářů „učitelská školka“.



Obr. 18 Tání olova (seminář pro nové zájemce)

Po výše uvedeném testu začínáme první hodinou v šesté třídě. Výuka probíhá přesně tak, jak je uvedeno v kapitole 9.1. Učitelé dělají stejné experimenty, řeší stejné problémy (a často se stejnými obtížemi), jako dvanáctiletí žáci na začátku šesté třídy (na obr. 18 účastníci semináře sledují pokus s táním olova). V průběhu následujících dvou let takto projdeme všechna témata, která jsou obsahem fyziky na základní škole. Jeden ze závěrečných víkendových seminářů je věnován jaderné a částicové fyzice. Program tohoto semináře nám již tradičně zajišťuje doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc., ředitel Ústavu částicové a jaderné fyziky. J. Dolejší učitele seznamuje se svými metodickými materiály k výuce částicové fyziky a informuje je také o posledních výsledcích ve svém oboru. Na programu „učitelské školky“ se podílí i doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc. Kromě odborné pomoci na všech seminářích, které vedu, také sám připravuje seminář věnovaný akustice. V posledních dvou cyklech seminářů jsme zařadili i mimořádný víkend věnovaný polovodičům, který také vedl doc. Dvořák. Vzhledem k vysoce kladnému ohlasu od účastníků jsme toto téma zařadili jako standardní téma do nového cyklu seminářů, který jsme v červnu 2010 akreditovali. Přehled témat, která učitelé během dvou let absolvují, je uveden v příloze č. 5.

S učiteli pochopitelně doplňuji výuku metodickými komentáři, diskutujeme o tom, jaké mají oni sami s výukou daného tematického celku zkušenosti, atd. Účastníci se také navzájem seznamují s tím, jaké další zajímavé experimenty k danému tematickému celku dělají, případně jak rozšiřují obsah výuky, pokud učí na střední škole. Vždy je však základem vlastní zkušenost účastníků semináře s výukou v roli žáků. (Pozn. Nutnost toho, že studující musí nejdříve připustit, že jeho původní myšlenky a názory mohou být špatné, a teprve potom začne být ochoten se učit nové věci, je zdůrazňována i ve výzkumech – viz kap. 3.3.1, potřeba aktivní role učitele v průběhu semináře je popsána v mnoha publikacích – viz kap. 5.1)

Těší mne, že i přes svoji náročnou práci ve škole jsou účastníci seminářů ochotni dělat dobrovolné domácí úkoly, které jim občas zadávám. Bývají to stejné úkoly, které dostávají i žáci, učitelé však často projevují mimořádnou kreativitu. Například úkol „Prozkoumej pohyb něčeho, s čím se nedomluvíš“ jedna kolegyně vyřešila tak, že asi 15 minut sledovala a zaznamenávala pohyb manžela po příchodu z práce, jiná kolegyně sledovala pohyb kočky se zablácenými tlapkami po velkém balícím papíře. Nejvíc mne asi překvapil jiný kolega, který po tři týdny zaznamenával na stěny akvária změnu polohy a růst jednotlivých listů fazole a pak to počítačově zpracoval ve 3D zobrazení.

Obsahem seminářů pro učitele však není jenom výuka fyziky. Vzhledem k tomu, že mnozí účastníci seminářů učí kromě fyziky také matematiku, zařazujeme do programu seminářů občas i různé zajímavosti týkající se matematiky (například úlohy týkající se teorie grafů, topologie, atd., zpracované na úrovni pochopitelné pro žáky základní školy). Příklad těchto aktivit je uveden v příloze č. 6.

Důležitou součástí programu víkendových seminářů jsou i prvky, které patří spíše do osobnostní a sociální výchovy, do pedagogiky a psychologie. Jedním z důvodů je nabídnout učitelům hry a aktivity, které mohou použít na školních výletech a při dalších akcích s žáky a studenty. Druhým důvodem je snaha pomoci učitelům aplikovat některé teoretické poznatky z pedagogiky a psychologie ve školní praxi. Neméně důležitým důvodem je umožnit účastníkům navázat dobré vzájemné vztahy, lépe poznat svoji vlastní osobnost, svoji vlastní roli v dané skupině. A samozřejmě také odlehčit fyzikou nabitý program. Jako příklad uvádím program 1. a 2. semináře Heuréky pro nové zájemce z listopadu 2010 a ledna 2011 (příloha č. 7).

10.1.3 Zpětná vazba od účastníků

Na závěr každého semináře prosíme účastníky, aby nám dali zpětnou vazbu. Ptáme se jich, co jim na právě uplynulém semináři přišlo jednak zajímavé a jednak užitečné. Účastníci hodnotí jednotlivé body programu na škále -2, -1, 0, 1, 2. Jako příklad uvádím v příloze č. 8 výsledky této zpětné vazby k seminářům z listopadu 2010 a ledna 2011 (jejichž program je v příloze 7). Těší nás, že účastníci v anketě odpovídají pravdivě. Pokud se jim nějaké téma nelíbí, napíšou to, nemají pocit, že musí být „zdvořilí“ a pozitivně hodnotit všechny části semináře. Celkově však výsledky anket dopadají velmi dobře, účastníci nám dávají najevo, že jsou pro ně semináře jak zajímavé, tak i užitečné. (Ostatně kdyby tomu tak nebylo, tak by učitelé neměli žádný důvod na semináře jezdit. Nic je k tomu nenutí.) Podrobněji se budu zpětné vazbě ze seminářů a jejím výsledkům věnovat v kapitole 14.

10.1.4 Semináře pro studenty učitelství fyziky na MFF UK

Ve stejné době, kdy jsem začala pořádat „učitelskou školku“, vznikla paralelně i „studentská školka“. Jsem přesvědčená, že je snazší seznamovat se s novou metodou práce se žáky v průběhu studia, než měnit zaběhlý způsob práce ve škole po několika letech (či desítkách let) učitelské praxe. Nabídla jsem tedy našim studentům, budoucím učitelům fyziky, volitelný seminář *Heuristické metody výuky fyziky I – IV*. Během čtyř semestrů se studenty projdeme stejná fyzikální témata jako s učiteli během jejich dvouletého kurzu. Samozřejmě, že seminář na fakultě má jiný charakter, než víkendová setkání učitelů ve škole, avšak základní cíle – umožnit budoucím učitelům seznámit se s „výukou podle Heuréky“, pomoci jim doplnit si některé znalosti z jednodušších partií fyziky a nechat je si vyzkoušet některé pokusy s jednoduchými pomůckami (na obr. 19 studenti zkoumají indukční čáry magnetu), tento cyklus volitelných seminářů podle mého názoru splňuje. Cyklus seminářů začíná vždy jednou za dva roky a nabízím ho současně studentům druhého a třetího ročníku bakalářského studia (vzhledem k tomu, že se jedná o čtyřsemestrální kurs, zasahoval by poslední seminář

studentům prvního ročníku magisterského studia až do období konce studia). Tento cyklus seminářů proběhl na fakultě již čtyřikrát, a mne může jenom těšit, že zatím všichni studenti, kteří si zapsali první z cyklu seminářů, chodili pak i na další tři semináře a dokončili tak celý cyklus. Seminářů se zúčastňuje obvykle většina studentů příslušných dvou ročníků, tedy značná část studentů učitelství na MFF UK je výukou podle projektu Heuréka ovlivněna. Studenti mají možnost se zúčastňovat také dalších akcí pro učitele zapojené do projektu, včetně účasti na konferenci *Dílny Heuréky*. Přirozeným způsobem tedy navazují kontakty s učiteli z praxe.



Obr. 19 Studenti během semináře *Heuristická výuka prakticky I*

Vybrané části metodiky Heuréky uplatňujeme i ve dvou dalších seminářích určených studentům učitelství fyziky. V letním semestru prvního ročníku bakalářského studia studenti navštěvují (mimo jiné) přednášku a cvičení z elektřiny a magnetismu. Přibližně před osmi lety jsme byli poměrně nepříjemně překvapeni, když jsme zjistili, že někteří studenti sice řeší složité úlohy pomocí Gaussovy věty a Maxwellových rovnic, avšak mají problém vysvětlit elektrostatickou indukci či zapojit paralelně dvě žárovky. Nabídli jsme jim tedy volitelný seminář *Elektřina a magnetismus krok za krokem*. O několik let později pak ve třetím semestru bakalářského studia vznikl seminář *Optika krok za krokem*, a to na přímou žádost studentů, kteří pocítovali potřebu doplnit si elementární vědomosti a vyzkoušet si jednoduché experimenty nejen v elektřině a magnetismu, ale také v optice.

Oba semináře jsou založeny převážně na jednoduchých experimentech, začínáme v nich od naprostých základů a postupně se snažíme studenty vést k pochopení, jak tyto základní poznatky souvisí s příslušnými partiemi fyziky na vysokoškolské úrovni. Na vedení seminářů se se mnou podílí i L. Dvořák, který studentům právě toto propojení různých úrovní fyziky ukazuje. Těchto volitelných seminářů se každoročně zúčastňují téměř všichni studenti daného ročníku. Z jejich ohlasů víme, že považují oba tyto semináře za velmi užitečné pro své vlastní studium.

10.2 Konference „Dílny Heuréky“

V září 2002 se poprvé konalo setkání všech učitelů a studentů zapojených do projektu Heuréka. Z běžných víkendových seminářů jsme zachovali neformální charakter setkání (spaní ve třídách, stravování z vlastních zdrojů) i to, že účastníci neplatí žádné vložné. Role pořadatele se ujal Zdeněk Polák z Jiráskova gymnázia v Náchodě a připravil pro zhruba 40 učitelů zajímavý program věnovaný magnetismu.

V dalším roce jsme však organizaci této konference změnili. Sešli jsme se opět koncem září v Náchodě, ale program měl zcela odlišný charakter. Požádala jsem totiž zkušené účastníky projektu, aby si připravili pracovní dílny na libovolné téma, které je zajímá, a velmi mne potěšilo, že kolegové na tento můj nápad přistoupili. Připravili 11 dílen, každou v délce 1,5 hodiny. Každá dílna se několikrát opakovala, vždy běželo několik dílen paralelně. Účastníci, kterých tehdy bylo zhruba 50, si vybírali témata, která je zajímala, a sami si sestavili program víkendu. Každý účastník, pokud nebyl sám vedoucím, mohl stihnout až devět dílen. Jak ukázal ohlas všech zúčastněných, nápad s pracovními dílnami byl mimořádně šťastný. Od té doby pořádáme konferenci *Dílny Heuréky* koncem září či začátkem října v Náchodě pravidelně⁵. Počet účastníků v průběhu let narůstal, jak přibývali noví účastníci projektu, a narůstal také počet dílen. Dílny bývají většinou věnovány experimentům, ale neplatí to výlučně. Snažím se vedoucí dílen příliš neomezovat, pokud přijdou s nějakým zajímavým nápadem. Na konferenci zveme nejen samotné účastníky projektu, ale i další učitele, kteří buď mohou účastníkům něco zajímavého ukázat a vedou dílnu, nebo se o projekt zajímají a chtějí se konference zúčastnit.

Velmi nás těší, že o tuto konferenci projeví zájem i hosté ze zahraničí (slovenské účastníky samozřejmě za cizince nepovažujeme). Jako první přijela v roce 2004 Elizabeth Swinbank z Univerzity v Yorku (Anglie), v roce 2005 jsme přivítali Gorazda Planinšiče ze slovinské Ljubljane. V dalších letech přijeli učitelé z Belgie, Holandska, Ukrajiny a USA. Přestože konference probíhá (převážně) v češtině, nezaznamenali jsme dosud žádný komunikační problém – je vidět, že mezi učiteli fyziky nemusí být ani myšlenkové, ani jazykové bariéry. O tom, že se kolegům ze zahraničí u nás líbilo, svědčí články, které napsali do časopisu *Physic Education* (viz [109], [110]) a *Physics Teacher* ([111]). O projektu jsme referovali také my sami na různých zahraničních konferencích (viz seznam mých vlastních publikací).

V roce 2010 jsme dosáhli téměř stovky účastníků, z toho bylo 8 ze zahraničí (jak jsem již uvedla, slovenské učitele za zahraniční účastníky nepovažujeme). Dva účastníci přijeli z Ukrajiny (Alex Kazachkov vedl také jednu z dílen), 5 učitelů přijelo z Lotyšska (přihlásili se sami na základě dojmu, který získali z našich vystoupení na konferenci GIREP 2010) a přijel dokonce jeden učitel z Mexika, který přijal naše pozvání vyslovené na konferenci mexických učitelů na jaře 2010. Bylo připraveno 18 dílen (od velmi jednoduchých, spíše hravých, např. *Tvořivé pokusohraní, Mechanické hračky z brček a drátků*, až po poměrně myšlenkově náročné, např. *Elektromagnetická indukce a s ní související jevy*). Téměř vždy se na konferenci objeví i nějaká dílna, ve které účastníci něco vyrábějí (v roce 2010 to byla například dřevoplynová kamna z plechovky). Témata dílen z této i několika minulých konferencí lze nalézt na stránkách projektu [108]. Z konference *Dílny Heuréky* vydáváme sborníky [112] – [115], o kterých se budu podrobněji zmiňovat později v kapitole 11.3. V příloze č. 10 je možné si prohlédnout program a anotaci dílen z roku 2010, na obr. 20 účastníci dílny *Co s čočkami* vyrábějí optické lavice.

⁵ Pouze v roce 2007 jsme se sešli na Klvaňově gymnázium v Kyjově pod vedením V. Havránka, neboť Z. Polák ze zdravotních důvodů nemohl setkání uspořádat.



Obr. 20 *Dílny Heuréky 2010* – výroba optických lavic

10.3 Společné semináře pro dlouholeté účastníky projektu

Rostoucí počet účastníků projektu nás v roce 2004 přivedl k myšlence pořádat pravidelná setkání v průběhu školního roku i pro učitele, kteří již absolvovali „učitelskou školku“ a mají zájem v Heuréce pokračovat. Začali jsme tedy organizovat semináře, které nazýváme semináře „pro starší a pokročilé“. Ty jsou jednak společné pro učitele z celé republiky a jednak regionální.

Společné semináře probíhají dvakrát do roka a jsou tematicky zaměřené. Základním cílem těchto seminářů je seznámit se hlouběji s nějakým fyzikálním tématem, které třeba není obvyklou součástí školních osnov, může však být zajímavé pro učitele i jejich žáky. Snažíme se hledat odborníky v daných oblastech, kteří jsou ochotni nám přiblížit svoji práci a zodpovědět i naše zvědavé dotazy.

V posledních letech jsme měli tyto semináře:

Fyzika v chemii a chemie ve fyzice (leden 2007). Tento seminář vedl RNDr. Lukáš Müller z Katedry analytické chemie Přírodovědecké fakulty UP Olomouc. Připravil pro všechny účastníky zajímavé experimenty z elektrografie. Zkusili jsme si také vyfouknout ze skla malou baňku a vyrobit jednoduchou argentchloridovou elektrodu.

Vybrané kapitoly z kvantové fyziky (květen 2007). O vedení semináře jsem požádala RNDr. Zdeňku Broklovou (dnes Koupilovou), členku naší katedry, která se tímto tématem dlouhodobě zabývá [116]. Připravila několik aktivit zpracovaných tak, aby byly zvládnutelné středoškolskými studenty a aby si studenti při práci s experimentálními daty sami vytvářeli vysvětlení (hypotézy) a závěry.

Fyzika a životní prostředí (leden 2008). Na tento seminář jsem pozvala RNDr. Jindřišku Svobodovou, Ph.D. z katedry fyziky PdF MU Brno. J. Svobodová se věnuje problematice trvale udržitelného rozvoje a účastníky semináře seznámila např. s otázkami souvisejícími s problematikou skleníkových plynů, s výhodami i problémy výstavby pasivních domů, apod.

Fyzikální procházka Prahou (květen 2008). Téma toho semináře jsme zvolili proto, že si mnozí účastníci Heuréky stěžovali, že sice několik let jezdí do Prahy na Heuréku, ale fakticky ve městě ještě nebyli – jedou vždy jen z nádraží do školy a zpět. Připravili jsme informace o několika desítkách pražských zajímavostí souvisejících s fyzikou a sestavili je do několika tras. Účastníci si vybrali, která trasa je nejvíce zajímavá, a tu si mohli projít. Díky tomu, že nám přálo i počasí, tak tento seminář patřil mezi nejúspěšnější semináře za celou dobu trvání Heuréky. (Podrobněji o genezi tohoto semináře píšou v kapitole 12.3.)



Obr. 21 Fyzikální procházka Prahou – Bludiště

Exkurze do Ústavu přístrojové techniky Brno (leden 2009). Navštívili jsme různá pracoviště, kde se nám pracovníci Ústavu s velkou ochotou věnovali. (Navštívené laboratoře byly: Environmentální elektronový mikroskop, Elektronová litografie, Svařování elektronovým paprskem, Nukleární magnetické rezonance, Laboratoř nízkých teplot).

Fyzika a létání (květen 2009). Během toho semináře jsme měli možnost diskutovat s kapitánem dopravního letadla o jeho práci a také navštívit aeroklub nedaleko Prahy. Všichni účastníci se v malém sportovním letadle podívali na krajinu z ptačí perspektivy.

Fyzika a hornictví (listopad 2009). Na tento seminář jsme se přesunuli do Ostravy. Využili jsme znalostí prof. Ing. Jiřího Grygárka, CSc., vynikajícího odborníka v oblasti hornictví, který nás provedl ostravským podzemím (bohužel však jen v muzeu hornictví, do reálného dolu se exkurze učitelů nepořádají).

Fyzika v IQ parku Liberec (červen 2010). Díky naší bývalé studentce a kolegyni, nyní pracovníci IQ parku Janě Bittnerové jsme měli možnost strávit víkend v libereckém interaktivním centru poznávání IQ park. Kromě toho, že jsme si sami v IQ parku pohráli a prozkoumali všechny exponáty, zúčastnili jsme se také experimentů předváděných v rámci muzejní noci (ostatně dva z předvádějících Zdeněk Drozd a Zdeněk Rakušan jsou sami

aktivními účastníky Heuréky). V neděli jsme pak absolvovali exkurzi do firmy Elmarco s.r.o., kde nám Ing. Michal Bittner, Ph.D. ukázal, jak se průmyslově vyrábějí nanovlákna.

Optika, exkurze do Meopty Přerov s.r.o. (únor 2011). Tento seminář se konal v Olomouci, na exkurzi do Meopty jsme přejeli do Přerova. S Meoptou jsme navázali úzkou spolupráci a využíváme možnost získávat zdarma vyřazené optické prvky (čočky a hranoly), které sice nemají kvalitu požadovanou pro přesné přístroje, ale pro školní potřeby jsou zcela vyhovující. Kromě zajímavé exkurze po pracovištích Meopty jsme v průběhu víkendu měli možnost vyslechnout také poutavé přednášky. RNDr. František Pluháček, Ph.D. z katedry optiky PŘF UP Olomouc nás podrobně seznámil s fungováním lidského oka a s jeho dioptrickými vadami a v laboratořích optometrie jsme si mohli dokonce nechat své oči proměřit. Další přednášky si pro účastníky semináře připravil doc. RNDr. Jan Valenta, Ph.D. z katedry chemické fyziky a optiky MFF UK. Přednášky se týkaly principu dalekohledů a fotografických přístrojů, historie laseru a spektroskopie. Díky doc. Z. Drozdovi si učitelé odvezli každý dvě optické mřížky. Na neděli pak byla připravena dílna, na které si učitelé vyrobili vysílač a přijímač infračerveného záření.

Připravovaný seminář „pro starší a pokročilé“ bude v květnu 2011 věnován využití fyziky v kriminalistice. I to je téma, které, jak věřím, bude velmi zajímavé.

10.4 Regionální semináře

Cílem regionálních seminářů je umožnit učitelům setkávat se v menší skupině a diskutovat o tématech, které je zajímají, s kterými mají případně potíže, apod. Regionální semináře se konají v Praze pro učitele z Čech (tento seminář organizuje Stanislav Gottwald, učitel na Gymnáziu Špitálská) a buď v některém moravském městě či v Bratislavě pro učitele z Moravy a Slovenska (organizátoři se střídají). Tento typ seminářů je pořádán také obvykle dvakrát během školního roku. Zatímco ostatní semináře Heuréky obvykle organizují já, regionální semináře jsou vedeny jinými kolegy, zkušenými účastníky projektu. Na tématech seminářů se učitelé domlouvají sami, do jejich organizace prakticky nezasahují.

Například v únoru 2010 proběhl na ŠPMNDAg v Bratislavě regionální seminář na téma *Polovodiče*, který vedli Viktória Kárászová, Andrea Marenčáková a Václav Pazdera. V dubnu se sešli učitelé na G. Špitálská na regionálním semináři na téma *Materiály a technologie* pod vedením Stanislava Gottwalda. Na stejném gymnáziu se konal regionální seminář na téma *Astronomie a astrofyzika* v listopadu 2010.

10.5 Semináře „Heuréka pro šťoury“

Dalším typem seminářů, které běží bez mé účasti, jsou semináře „Heuréka pro šťoury“. Na těchto setkáních se scházejí učitelé, kteří se chtějí nějakému poměrně úzkému tématu věnovat do hloubky, kteří chtějí zkusit nové varianty experimentů a snažit se pochopit věci, které jsou jim nejasné. Od listopadu 2008 do konce školního roku 2009/2010 proběhly čtyři víkendové semináře, věnované tématům: *Střídavý proud*, *Polovodiče*, *Měření na PC*, *Zdroje světla (spektra a fotometrie)*, kterých se účastnilo vždy přibližně 8 – 12 učitelů. Tento seminář vede Leoš Dvořák a spoluorganizuje Stanislav Gottwald. Seminář probíhá částečně na KDF MFF UK a částečně na G. Špitálská.

10.6 Semináře zážitkové pedagogiky

Jak jsem již uvedla dříve, součástí běžných víkendových seminářů pro učitele jsou i aktivity z oblasti osobnostní a sociální výchovy. Tyto aktivity zařazujeme jednak z důvodu řízení dynamiky skupiny účastníků, jednak tím pomáháme učitelům lépe poznat svoji vlastní osobnost. Naprostá většina aktivit je však volena tak, aby je učitelé mohli využít i při své

vlastní pedagogické práci s třídními kolektivy. Je samozřejmé, že tato část programu není na seminářích stěžejní. Učitelé však sami pocítují důležitost těchto témat, proto jsme jim v květnu 2005 poprvé nabídli účast na semináři věnovaném zážitkové pedagogice. Víkend se uskutečnil na krásné táborové základně na Malé Hrašticí a vedla ho Zdeňka Koupilová. Vzhledem k velkému úspěchu této akce se podobně orientované víkendy na Malé Hrašticí uskutečnily ještě dva – v letech 2006 a 2007. Podrobněji je možné se o programu a zaměření těchto seminářů informovat na webu [117].

11. Vzdělávání učitelů v projektu Heuréka – další aktivity

Součástí projektu Heuréka nejsou jen semináře pro učitele a studenty, ale i další aktivity. Patří mezi ně hlavně wiki Heuréky, vydávání sborníků konference *Dílno Heuréky*, vytváření neformální sítě účastníků projektu, za zmínku stojí i pořádání zahraničních zájezdů, atd.

11.1 Web a wiki Heuréky

Komunikace mezi účastníky Heuréky je naprosto nedílnou součástí projektu. Komunikace „z očí do očí“ probíhá na seminářích, konferencích a dalších akcích.

V této kapitole bych se chtěla věnovat komunikaci „na dálku“. V počátcích projektu probíhala veškerá tato komunikace prakticky pouze písemnou formou, výjimečně telefonicky. Před každým seminářem jsem tedy rozesílala dopisy s pozvánkou, učitelé mi odpovídali také písemně. Metodické materiály jsem sice psala na počítači, avšak učitelům jsem je tiskla a předávala v tištěné formě, neboť málokdo v té době měl k dispozici počítač.

S rozšiřováním počítačového vybavení a rozvojem internetu se komunikace mezi námi výrazně zjednodušila. Pozvánky jsem posílala e-mailem, metodické materiály si učitelé odnášeli na disketách, později na CD či flash disku. Stále však byla komunikace mezi námi spíše „jednokanálová“, či „centralizovaná“ – ode mne k účastníkům, případně od nich ke mně. V případě, kdy někdo chtěl něco sdělit ostatním, našel zajímavý odkaz, udělal zajímavý experiment, poslal obvykle mail mně a já jsem vše rozesílala ostatním. Vnímala jsem i problém s aktualizací metodických materiálů. Ne všichni účastníci projektu se mohli zúčastňovat každého semináře. V některých případech (např. maminky na mateřské dovolené) se někdo neúčastnil seminářů několik let. Přesto jsem však chtěla, aby každý měl k dispozici aktuální verzi metodických materiálů. V průběhu roku 2005 vznikla na portálu MujNet klubovna Heuréky, určená právě ke sdílení materiálů. Administrace i vkládání materiálů bylo však velmi těžkopádné, takže se klubovna mezi účastníky projektu neujala.

V roce 2004 vznikl web Heuréky, jehož administrace se ujal S. Gottwald [108]. Na tento web jsme dávali základní informace o Heuréce, ukázky metodických materiálů či aktuální informace, avšak nebylo možné ho využít ke sdílení interních metodických materiálů a vzájemné komunikaci. Web Heuréky dnes slouží hlavně k informování lidí, kteří nejsou účastníky projektu. Často se noví zájemci, účastníci „učitelské školky“, rekrutují právě z náhodných návštěvníků našeho webu. V současné době díky Zdeňkovi Šabatkovi existuje již také anglická verze webu Heuréky [118]. Tu využíváme hlavně k rozšíření informací o Heuréce, které poskytujeme zahraničním učitelům na různých konferencích v zahraničí. Podrobněji o mezinárodní spolupráci píšu v kapitole 15.

O problému nedostatečné vzájemné komunikace jsme mluvili na semináři v Brně v lednu 2009. V té době měli někteří z nás velmi dobrou zkušenost s wiki, kterou jsme používali na Katedře didaktiky fyziky ke sdílení materiálů v rámci řešení projektu NPV II [52]. Rozhodli jsme se proto vytvořit interní wiki Heuréky, o jejíž administraci se stará Věra Koudelková. Na wiki jsou publikovány veškeré metodické materiály v poslední verzi, jsou zde i stránky s dalšími zajímavými materiály či odkazy, které mohou učitelé při své výuce používat, ale třeba i informace, kde se dají koupit levné fyzikální pomůcky, atd. Každý typ seminářů zde má své vlastní stránky, na kterých si účastníci mohou vyměňovat zkušenosti, archivovat materiály či fotografie, apod. V příloze č. 11 je uvedena kopie titulní stránky ze dne 17. února 2011.

V současné době (únor 2011) je na wiki registrováno 124 uživatelů. Díky tomu, že je vkládání a upravování materiálů v tomto webovém prostředí skutečně velmi jednoduché, mohu si

například dovolit zadat účastníkům „učitelské školky“ za domácí úkol vložit nějaký jejich zajímavý pracovní list, písemnou práci, apod. na wiki a oni to skutečně udělají.

Wiki používám velmi často i ve své vlastní výuce. Je pro mne jednodušší si doma připravit nějaký materiál, který chci žákům ukázat, uložit ho na wiki, a spustit pak ve třídě přímo z internetu, než ho ukládat na přenosný disk, nosit do školy a kopírovat do počítače. Podle toho, že na wiki občas takto přibývají i materiály dalších účastníků projektu, myslím, že to tak dělají mnozí z nich.

Domnívám se, že vytvoření tohoto prostředí výrazně pomohlo k zjednodušení a prohloubení vzájemné komunikace mezi účastníky projektu. Zcela běžně se na seminářích ozývají věty typu: „Kde jsi koupil ty silné magnety? Dej to na wiki, ať si to nemusím psát.“

11.2 Zahraniční zájezdy

V roce 2002 jsme hovořili s Jiřím Dolejším o zájezdech do Centra částicové a jaderné fyziky v CERNu, které pořádal pro studenty MFF UK. Shodli jsme se, že by podobný zájezd mohl být zajímavý a užitečný i pro učitele. Zájezd jsme připravili (J. Dolejší zajišťoval programovou část a ubytování, já jsem se starala o komunikaci s učiteli a finanční stránku zájezdu), objednali autobus a v létě 2003 jsme do Ženevy na týden vyjeli. Díky kontaktům J. Dolejšího jsme měli možnost navštívit i podzemní prostory budované pro připravovaný nový urychlovač LHC. Kromě odborného programu byl součástí zájezdu i poznávací program, takže jsme navštívili Chamonix a vyjeli lanovkou na l'Aiguille du Midi do výšky 3842 metrů. Zájezd byl stejně jako ostatní aktivity Heuréky poměrně málo komfortní (spali jsme ve stanech v kempech, někdy vstávali kolem páté, abychom mohli v šest vyjízdit dál, atd.). Přes to všechno se účastníkům zájezd velmi líbil, takže si vyžádali pokračování.

V létě 2004 jsme vyjeli na sever Evropy. Po cestě přes Německo jsme se zastavili v Technickém muzeu v Mnichově a navštívili laboratoř DESY v Hamburku. Ve Švédsku jsme se setkali s pracovníky stockholmského „House of Science“ (ten se mimochodem stal inspirací pro právě vznikající Interaktivní fyzikální laboratoř na MFF UK) a vyměnili jsme si s nimi zkušenosti s pořádáním experimentů pro studenty. Mimořádným zážitkem pro nás byla návštěva Experimentaria v Kodani.

Následující rok jsme jeli do Itálie. Kromě nádherných kulturních zážitků (prohlídka Benátek, Florencie, Říma a Pisy) nás čekaly i zážitky fyzikálně orientované – návštěva Gallerie Ferrari, exkurze do Národní laboratoře ve Frascati a krátká prohlídka detektoru Virgo. Poslední den jsme ještě přešli ke Cortině d'Ampezzo, kde měli účastníci několik hodin na poznávání krás Dolomit.

V dalším roce jsme se rozhodli jet do Francie. O přípravu programu jsme tentokrát požádali doc. RNDr. Miloše Rottera, CSc., velkého znalce a milovníka Francie. Díky němu jsme měli možnost poznat několik nádherných katedrál a zámků, zúčastnit se degustace francouzských vín přímo ve sklepě jednoho vinařství, ale také navštívit přílivovou elektrárnu v Rance a expozici života a díla Leonarda da Vinci na zámku Clos-Lucé. Prohlédli jsme si také Monetovu zahradu a ateliér v Giverny. Poslední dva dny zájezdu jsme věnovali návštěvě Paříže, kde nás velmi zaujaly expozice v Musée Curie a Cité des Sciences.

V létě 2007 jsme se nezalekli povodní a znovu pod vedením J. Dolejšího vyjeli do oblasti Oxfordshire ve Velké Británii. Asi největší zážitek jsme měli z návštěvy laboratoře JET v Culhamu, která patří mezi špičková pracoviště v oboru termojaderné fúze, a jako kontrast pak z procházky okolo prehistorického Stonehenge. Navštívili jsme také Londýn, Oxford a další města v této oblasti. Na zpáteční cestě si ještě většina účastníků prohlédla námořní muzeum v Portsmouthu.



Obr. 22 Jaroslav Reichl jako provazojedec v Science centru Technopolis

Při cestě z Anglie jsme uvažovali, jaká část Evropy by mohla být naším cílem v následujícím roce. Domluvili jsme se, že už ze západní poloviny Evropy zbývá prakticky pouze Benelux. (Pyrenejský poloostrov je pro autobusový zájezd přece jen trochu daleko.) Zájezd v roce 2008 byl tedy zaměřen nejen na vědu a kulturu, ale trochu i na politiku, neboť jsme navštívili Evropský parlament v Bruselu a besedovali s českou poslankyní Zuzanou Roithovou. V Bruselu jsme samozřejmě nemohli vynechat prohlídku Atomia a expozici Science Muzea Technopolis. Z Belgie jsme přešli do Holandska a navštívili Amsterdam a jeho science muzeum Nemo.

Tímto zájezdem letní aktivity Heuréky zatím skončily, neboť zájezd na Slovensko připravovaný na léto 2010 Stanislavem Gottwaldem se neuskutečnil z důvodu malého zájmu učitelů.

Význam, který podle našeho názoru letní zájezdy Heuréky pro účastníky měly, je dobře popsán v článku *Co dělají učitelé fyziky o prázdninách* [A5], jehož kopie je uvedena v příloze č. 12.

Pokusím se zde shrnout, co považuji za nejdůležitější z hlediska cílů práce s učiteli v projektu Heuréka. Je nesporné, že velký význam mají podobné aktivity pro rozvoj odborné způsobilosti učitelů. V základních zásadách výuky podle Heuréky je zdůrazňována aktivní role účastníků výuky (žáků, ale i učitelů). A tento požadavek byl v zájezdech splněn beze zbytku. Učitelé na zájezdech byli skutečně aktivními účastníky všech exkurzí a diskuzí

s odbornými pracovníky v různých laboratořích. Díky tomu, že jsme v průběhu let navštívili mnohá špičková vědecká pracoviště, mohli se učitelé seznámit s nejnovějšími poznatky daného oboru. Tyto poznatky přenesli a dále přenášejí do své výuky a předávají svým žákům a studentům.

Učitelé ale byli aktivními účastníky také poznávací části zájezdů. Nechodili jsme jako organizovaná skupina pod vedením průvodce s praporkem, ale poznávali jsme cizí země samostatně a iniciativně. O tom, že zájezdy Heuréky skutečně inspirovaly některé účastníky k vlastní aktivitě, svědčí i to, že nejméně dva z účastníků našich zájezdů začali pořádat podobné zájezdy s fyzikální tematikou pro své studenty.

Na zájezdech byl čas i na hlubší vzájemně poznávání. Sešli se na nich účastníci z různých typů seminářů, kteří tak měli možnost se navzájem blíže seznámit. Díky tomu, že se zájezdů zúčastňovali i rodinní příslušníci, rozšiřovala se a zpevňovala „sít“ vzájemných kontaktů.

Domnívám se, že zahraniční zájezdy ve své době tvořily významnou součást projektu Heuréka a že zkušenosti na nich získané využívá většina jejich účastníků dodnes.

11.3 Sborníky konference „Dílny Heuréky“

Jak jsem uvedla v kapitole 10.2, patří mezi důležité aktivity projektu Heuréka konference „Dílny Heuréky“, pořádaná každoročně na podzim na Jiráskově gymnáziu v Náchodě. Na této akci se pravidelně objevuje velké množství zajímavých nápadů či experimentů, které by mohly být inspirací i pro ty účastníky projektu, kteří na konferenci v daném roce přijet nemohli. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli vydat v roce 2005 první sborník konference [112]. Náročného úkolu editovat tento sborník příspěvků učitelů, z nichž mnozí měli velmi malou zkušenost s psaním článků, se ujal Leoš Dvořák. Ohlas na první sborník byl velmi dobrý. Jeho vydání oceňovali i učitelé, kteří se dílen osobně účastnili. Oceňovali možnost si podrobněji přečíst popis experimentů, které si na dílně vyzkoušeli, dozvědět se více o dané problematice. I vzhledem k těmto ohlasům byl L. Dvořák ochoten v této práci pokračovat (viz [113], [114]). V roce 2009 vyšel již čtvrtý sborník „Dílny Heuréky“ [115], tentokrát v elektronické formě. Je připravován i elektronický „supersborník“, který by měl obsahovat příspěvky ze všech dosud pořádaných konferencí.

Sborníky z konferencí v Náchodě patří mezi výstupy, které jsou na pomezí mezi aktivitami určenými účastníkům projektu a aktivitami „navenek“. Rozdáváme je zájemcům z řad učitelů v rámci seminářů v pedagogických centrech, nabídli jsme je také spřízněným katedrám vychovávajícím budoucí učitele fyziky na dalších českých a moravských univerzitách, které je mohou používat jako doplňkový zdroj námětů ke své vlastní výuce. Předpokládáme, že elektronický „supersborník“ bude všem zájemcům dostupný na webu.

12. Vzdělávání učitelů mimo projekt Heuréka

Již od samých začátků projektu jsme se snažili informovat učitele o naší práci – ať již formou příspěvků na konferencích, publikacemi v různých časopisech pro učitele nebo při osobních setkáních v rámci různých seminářů pořádaných pedagogickými centry v regionech. Těmto aktivitám se nyní budu podrobněji věnovat.

12.1 Semináře v pedagogických centrech

Semináře pro učitele z regionů považujeme za důležitou součást dalšího vzdělávání učitelů. Již v průběhu devadesátých let jsem jezdila na semináře, pořádané pedagogickými centry v regionech, na kterých jsem učitelům ukazovala některé náměty z projektu Heuréka. Největší rozvoj těchto seminářů začal v roce 2005, kdy se pět fakult Univerzity Karlovy (včetně MFF) zapojilo do programu JPD3 s projektem *Modulární systém dalšího vzdělávání učitelů základních a středních škol v Praze (CZ.04.3.07/3.1.01.1/0119)*. Společně s doc. Dvořákem jsme připravili kurzy *Heuristická výuka prakticky I, II, III, IV* a *Fyzika a ŠVP* (ten absolvovalo 19 účastníků ve dvou bězích).



Obr. 23 Účastníci semináře *Aktivní práce se žáky*

Velmi úspěšný byl kurs *Aktivní práce se žáky*, vytvořený v rámci projektu OP RLZ *Další vzdělávání učitelů fyziky a matematiky podporující rozvoj aktivizujících metod výuky (CZ.04.1.03/3.1.15.2/0065)*. Jedná se o 16 hodinový kurs, který jsme s doc. Dvořákem realizovali již v pěti městech ČR (Ústí nad Labem, Hradec Králové, Brno, Chomutov, Plzeň), vždy s průměrně 25 účastníky. Jeho cílem bylo učitelům ukázat a umožnit jim prakticky si vyzkoušet způsoby, jak vést žáky a studenty k aktivní práci při běžné výuce ve škole. Při přípravě tohoto kurzu jsme samozřejmě vycházeli ze zkušeností získaných v rámci seminářů projektu Heuréka a účastníky kurzu jsme také do „učitelské školky“ Heuréky zvali.

Zkrácenou verzi tohoto kurzu (v délce 6 hodin) jsme na podzim 2010 realizovali v Olomouci v rámci projektu *Rozvoj profesních kompetencí učitelů fyziky základních a středních škol v Olomouckém kraji (CZ.1.07/1.3.13/02.0002)*. Překvapil nás velký zájem o tento kurs, neboť

se přihlásilo 45 učitelů. Přesto, že práce s tak velkou skupinou byla náročná, potěšil nás příznivý ohlas na náš seminář.

Stejný kurz byl pořádán Jihočeskou univerzitou v listopadu 2010 a zúčastnilo se ho 12 učitelů z Jihočeského kraje. Jako zajímavost zde mohu uvést, že jeden účastník tohoto kurzu přijel na první seminář nového běhu učitelské školky, který začínal hned následující den.

Kromě těchto střednědobých kurzů nabízím regionálním centrům krátkodobé (obvykle čtyřhodinové) semináře *K čemu je ve svíče knot*, *Fyzika proti matematice nebo s matematikou* a *Zajímavá matematika aneb Boříme bariéry*. V průběhu roku se obvykle uskuteční 2 – 3 tyto semináře.

Velkou výhodou seminářů pro učitele v regionech (na rozdíl třeba od publikací v časopisech) je možnost osobního setkání nás lektorů s učiteli. Účastníci seminářů si sami vyzkouší některé náměty z metodiky Heuréky a mohou se také zeptat na vše, co je zajímá ať již k tématu semináře či k Heuréce samotné.

12.2 Příspěvky na konferencích

Účast na konferencích věnovaných problematice výuky fyziky je nezbytnou součástí mé práce. Každoročně se zúčastňuji několika těchto konferencí a na většině z nich i prezentuji svoje zkušenosti. Seznam mých publikací ve sbornících z konferencí (v ČR a na Slovensku) jen za posledních 6 let (od roku 2005 do roku 2009, sborníky příspěvků přednesených v roce 2010 jsou ještě v tisku) obsahuje 18 položek [A13] – [A30]. Kromě toho, že se na konferencích mohu seznámit s novými nápady pro svoji výuku, získat sama nové zkušenosti, oceňuji na nich zejména možnost setkávat se s lidmi, kteří mají o výuku fyziky zájem. Od některých z nich čerpám inspiraci sama, některým naopak mohu nabídnout účast na seminářích projektu Heuréka.

V posledních letech se díky částečnému financování projektu Heuréka z rozvojových projektů MŠMT objevila možnost zúčastňovat se také zahraničních konferencí věnovaných problematice fyzikálního vzdělávání. Mezinárodním kontaktům se budu více věnovat v kapitole 15.

12.3 Publikace

Zkušenosti získané v projektu Heuréka se snažím předávat dalším učitelům nejen na seminářích a konferencích, ale i prostřednictvím tištěných a elektronických médií.

Výrazný nárůst počtu zájemců o náš projekt nastal po otištění rozhovoru *Projekt Heuréka*, který se mnou vedla J. Straková a který byl publikován v časopise *Moderní vyučování* v roce 2002 [93]. Podobný ohlas měl i článek *Jak se snažíme učit fyziku v projektu Heuréka*, publikovaný o dva roky později ve stejném časopise [A4].

Podílela jsem se také na knížce [A7], kde jsem zpracovávala část kapitoly věnované slovnímu hodnocení ve výuce fyziky.

Poměrně zajímavou diskuzi o styčných bodech a rozdílech mezi našimi přístupy k výuce jsem vedla s lektory kurzů Kritického myšlení při přípravě a psaní článku *Jak učíme žáky myslet (nejen kriticky) ve fyzice* [A8].

Možná i díky těmto kontaktům jsem byla požádána o úvahu na téma *Média a fyzika* do připravované publikace *Média tvořivě* [A9]. V příručce jsem garantovala i uvedení konkrétních příkladů aktivit na toto téma, o které jsem požádala kolegy z Heuréky.

Svoje zkušenosti s tvorbou školního vzdělávacího programu a ze seminářů, které jsme k tomuto tématu pro učitele pořádali, jsem popsala v článku [A6].

Kromě těchto spíše obecných či shrnujících článků jsem publikovala několik konkrétních metodických námětů pro práci učitelů fyziky v časopise Matematika – Fyzika – Informatika [A2], [A3] a [A10]. Texty článků *Dobrovolné domácí úkoly z fyziky* [A2] (na tento článek se odvolávám i v kapitole 9.6) a *Problémové úlohy a experimenty* [A10] jsou uvedeny v přílohách č. 3 a č. 13. Ráda bych se zde dotkla podrobněji žakovského projektu, který byl podkladem pro třetí článek *Fyzika v Praze aneb od slunečních hodin k Foulcaultovu kyvadlu* [A3]. V rámci celoškolského projektu *Praha 2000* jsem pro žáky z 6. a 7. tříd připravila fyzikální procházku Prahou. Chtěla jsem, abychom nechodili po místech, kde někdo významný kdysi žil či zemřel, ale po skutečných fyzikálních zajímavostech, které je možné v Praze najít. Žáci během procházky fotografovali jednotlivé zajímavosti a později zpracovali projekt [A31], který prezentovali spolužákům. (Projekt byl zpracován v písemné formě, jeho kopii na web jsem dávala až později, na základě žakovského projektu vznikl i článek do MFI). Tato procházka po Praze se žákům líbila, takže jsem ji od té doby již několikrát s různými skupinami žáků zopakovala. Jako námět pro práci se žáky jsem exkurzi po fyzikálních zajímavostech Prahy nabídla i učitelům na semináři projektu Heuréka. Učitelé mne tehdy požádali, zda bych nemohla podobnou procházku po Praze připravit i pro ně, neboť jezdí na semináře do Prahy již několik let, ale vlastně v Praze ještě nebyli. Na jaře 2008 byl tedy jeden seminář „pro starší a pokročilé“ věnován poznávání Prahy. Reportáž a fotografie z této akce lze najít na webu Heuréky [119]. Těší mne, že původně žakovský projekt se stal jednou z inspirací pro mnohem větší projekt fyzikálních exkurzí rozvíjející se na Fyzwebu [120], jak je uvedeno v *Procházce první – Starým městem* [121]. Pro učitele, kteří se nemohli fyzikální procházky Prahou v roce 2008 zúčastnit, nebo v té době ještě nebyli do projektu Heuréka zapojeni, připravuje S. Gottwald na jaro 2011 další procházku Prahou v rámci regionálního semináře.

S rozvojem Internetu a portálů pro učitele jsem se začala věnovat i publikační činnosti v „elektronické formě“. Nejdříve na portálu MujNet (ten již dnes neexistuje), později na nově vznikajícím Metodickém portálu RVP [122]. Na tomto portálu, který je poměrně hodně navštěvován učiteli všech stupňů škol, mám celkem 9 článků [A32] – [A39]. S Metodickým portálem RVP spolupracuji také jako jeden z recenzentů pro oblast fyziky.

Jak jsem již uvedla výše (a podrobněji bude uvedeno v kapitole 15), významně se v současné době rozvíjí mezinárodní kontakty Heuréky. Mimo jiné i z tohoto důvodu připravuji článek, který bych chtěla nabídnout do některého ze zahraničních časopisů pro vzdělávání v oblasti fyziky.

13. Evaluace projektu Heuréka – žáci

Pedagogická evaluace obecně je velmi komplexní a kvalitativně mnohostranný jev. Jak je uvedeno v [123], je možné jej vnímat jako teoretický přístup, jako metodologii nebo také jako proces zaměřený na zjišťování a analýzu dat odrážejících stav či vývoj určitých jevů vzdělávací reality. Tento proces se uskutečňuje na různých úrovních vzdělávací praxe – od hodnocení jednotlivců či jednotlivých vzdělávacích programů až po evaluaci výsledků na úrovni celé národní vzdělávací soustavy či mezinárodní evaluaci vzdělávacích soustav mnoha zemí.

V této práci se zaměřím pouze na velmi úzkou část této problematiky. Chtěla bych se věnovat hodnocení vybraných výsledků projektu Heuréka – ať už na úrovni práce se žáky nebo na úrovni učitelů do projektu zapojených.

13.1 Výsledky práce žáků

Jedním z kritérií, které může popisovat výsledky práce žáků, jsou jejich známky. To je nejjednodušší, ale podle mého názoru nejméně vypovídající pohled. Známky hodně závisí na tom, jak přísnou klasifikaci nastavuje učitel. Ve třídách, které učím, patří fyzika mezi předměty se spíše přísnější klasifikací.

Tabulka 8 udává, jakou průměrnou známku z fyziky měli žáci v mých třídách v pololetí školního roku 2010/2011 (pro porovnání udávám ještě průměrnou známku z matematiky, zeměpisu a přírodopisu):

Třída	Průměrná známka v 1. pololetí 2010/2011			
	Fyzika	Matematika	Zeměpis	Přírodopis
6. třída	1,97	1,93	2,07	1,83
7. třída	1,93	1,7	1,57	1,67
8. třída	1,96	2,08	2,08	1,79
9. třída	2,22	2,22	1,96	2,13

Tab. 8 Průměrné známky, 1. pololetí 2010/2011

Další informaci o výsledcích práce žáků můžeme získat, jestliže srovnáme výsledky mých žáků s jejich vrstevníky pomocí různých více či méně standardizovaných testů. Systematický výzkum v této oblasti jsem neprováděla, moji žáci se však zúčastnili několika různých testování v rámci diplomových prací. V diplomových pracích bohužel obvykle autoři neuvádějí konkrétní školy, které se výzkumů zúčastnily. Stejně tak se žáci v mých třídách účastní testování Scio či Kalibro, které pořádá škola, to však není zaměřeno přímo na fyziku, ale na přírodovědné znalosti obecně.

Můžeme se však podívat na výsledky fyzikálně zaměřených soutěží, kterých se žáci zúčastňují.

Mezi již tradiční soutěže ve fyzice patří fyzikální olympiáda. Naši žáci pravidelně obsazují přední místa nejen v obvodním kole FO, ale bývají i úspěšnými řešiteli krajského kola FO.

Poměrně neobvyklou soutěží je Dopplerova vlna, kterou pro žáky pražských škol připravují studenti Gymnázia Christiana Dopplera. Jedná se o soutěž pětičlenných družstev. Každé soutěžící družstvo získá na začátku 5 úloh. Za správné vyřešení nějaké úlohy získá určitý počet bodů, který se snižuje s počtem neúspěšných odevzdání (až na nulu), a novou úlohu. Pokud za úlohu zbude už 0 bodů, nelze ji odevzdat, takže není možné získat další úlohu.

Rozhoduje pouze správný výsledek, nikoliv formálně správné řešení. Úlohy často vyžadují nějaký nápad, skutečné porozumění fyzikálním jevům (soutěžící nesmějí používat MF tabulky). V každém ročníku soutěží kolem 10 – 15 družstev složených z žáků 8. a 9. tříd pražských základních škol. Z naší školy vysíláme obvykle jedno družstvo složené z žáků osmé třídy s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů a jedno družstvo ze stejné zaměřené deváté třídy (tyto třídy učím fyziku já podle projektu Heuréka). Naše družstva se v této soutěži pravidelně umísťují na předních místech (v roce 2010 družstvo složené z žáků 9. třídy zvítězilo, osmáci obsadili sedmé místo)..

13.2 Lawsonův test

Jediný skutečně standardizovaný test, který jsem svým žákům zadávala, byl Lawsonův test. Test byl vytvořen na základě výzkumů J. Piageta za účelem poskytnout učitelům a výzkumníkům spolehlivý test vývojových úrovní. Zjišťuje schopnost aplikovat některé rysy vědeckého a matematického uvažování na analýzu dané situace a je ve světě široce používán [124] – [128].

Test má různé modifikace, já jsem použila variantu, která obsahuje 24 úloh. Úlohy jsou sestaveny do dvojic. První úloha ve dvojici předkládá nějaký problém s výběrovou odpovědí (správná je právě jedna ze čtyř variant), druhá úloha začíná obvykle slovem „protože“ a předkládá různá možná vysvětlení předchozího jevu (opět je správná právě jedna ze čtyř variant). Za úlohy ve dvojici respondent získá dva body pouze tehdy, jestliže jsou obě řešení správná, nezávislé jsou pouze poslední dvě úlohy. Je tedy možné získat maximálně 24 bodů.

Podle výsledků testu je možné zjistit, jaké úrovně vědeckého uvažování daný respondent dosáhl. První vývojová úroveň je úroveň konkrétně operační, nacházejí se v ní respondenti, kteří v Lawsonově testu získají 0-8 bodů. Druhá úroveň je přechodná, patří do ní respondenti, kteří v testu získají 9-16 bodů. Nejvyšší úroveň uvažování je formálně operační úroveň. Tuto úroveň mají respondenti, kteří získají 17-24 bodů.

Test však umožňuje i podrobnější rozbor. Úlohy v testu mohou být rozděleny do sedmi odlišných oblastí popisujících různé typy uvažování: zachování hmotnosti (otázky 1+2), zachování vytlačeného objemu (otázky 3+4), poměrové myšlení (otázky 5+6, 7+8), identifikace a kontrola změny (otázky 9+10, 11+12, 13+14), pravděpodobnostní myšlení (otázky 15+16, 17+18), korelační myšlení (otázky 19+20) a kombinační myšlení, obsahující prvky ze všech předchozích oblastí (otázky 21+22, 23, 24).

Já jsem se s tímto testem seznámila během svého studijního pobytu v Ljubljani a zaujal mne tím, že není postaven na vědomostech. Ve školním roce 2009/2010 tento test zadával Mihael Gojkošek z Ljubljaně na několika slovinských vysokých a středních školách. Požádal nás, zda by bylo možné pro porovnání zadat test i českým studentům. L. Dvořák test přeložil do češtiny (překlad testu je uveden v příloze č. 14), já jsem požádala kolegy z Heuréky, zda by byli ochotni jednu vyučovací hodinu tomuto testování věnovat a na jaře 2010 M. Gojkošek přijel test zadat. Testování ve Slovinsku se zúčastnili studenti fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity v Ljubljani a studenti středních škol (3. a 4. ročníku, tedy v závěru střední školy). V Praze byl test zadáván maturantům na dvou gymnáziích (G Špitálská a PORG) a jedné střední průmyslové škole (SPŠST Panská).

Zajímalo mne, jak úlohy tohoto testu zvládnou moji žáci, zadala jsem ho tedy v červnu 2010 svým žákům v deváté třídě s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů (9. D, ZŠ a MŠ Červený vrch, Praha 6). Všichni tito respondenti v ČR se tedy učili fyziku metodami používanými v projektu Heuréka.

Vzhledem k tomu, že jsem chtěla výsledky žáků vedených podle projektu Heuréka porovnat s českými studenty, kteří podle tohoto projektu na základní škole vedeni nebyli, požádala jsem kolegy o zadání testu v prvních ročnících několika středních škol. Na podzim 2010 test řešili studenti dvou tříd na SPŠST Panská, jedné třídy na gymnáziu Českolipská a jedné třídy na gymnáziu Špitálská. Tito žáci řešili test krátce po nástupu na střední školu, použila jsem je tedy jako srovnávací skupinu pro porovnání se svými žáky.

Můžeme tedy porovnávat moje žáky s prakticky stejně starými (půl roku rozdíl v tomto případě nehraje roli) studenty průmyslovky, gymnázia a gymnázia považovaného za jednu ze špičkových pražských škol, kteří nebyli vedeni podle Heuréky. Lze také porovnat starší studenty (krátce před maturitou) vedené podle projektu Heuréka se stejně starými studenty slovinskými.

Třetí věkovou úroveň tvoří vysokoškoláci. V lednu 2011 test řešili studenti 2. a 3. ročníku bakalářského studia učitelství fyziky, kteří navštěvují volitelný seminář, na němž se seznamují s metodikou projektu Heuréka. Ve Slovinsku byl test zadáván studentům 1. ročníku FMF Univerzity v Ljubljani.

V následujících tabulkách a grafech jsou uvedeny výsledky mých žáků, v tabulce 10 jsou pak souhrnně uvedeny výsledky všech žáků a studentů ze Slovinska a z Prahy.

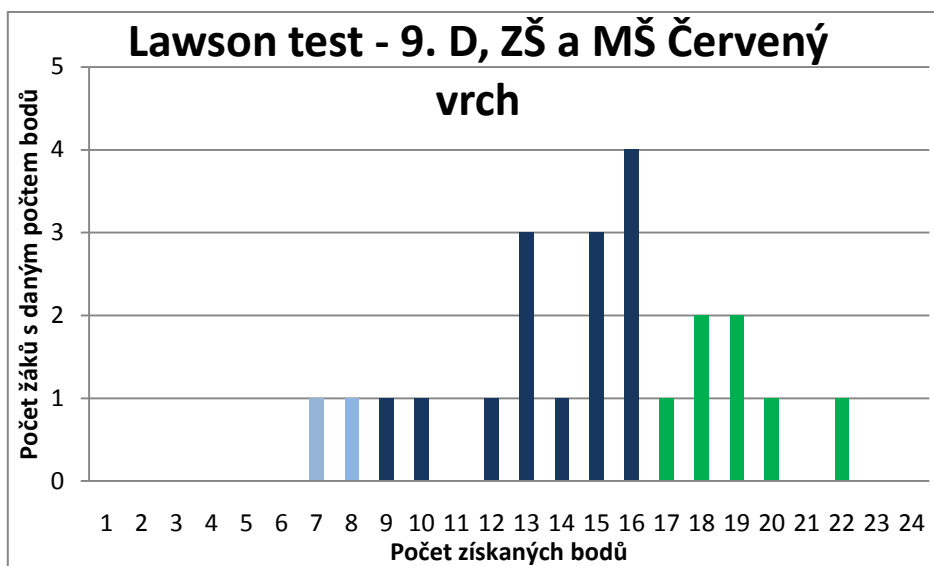
Uvádím zde nejdříve přehled odpovědí mých žáků seřazené podle dosažených výsledků (Tab. 9 a Obr. 24).

Č. žáka	ČÍSLO ÚLOHY																								Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	B	D	A	E	B	C	D	E	E	C	B	A	C	D	C	A	B	E	A	D	A	A	A	B	22
2	B	D	A	E	B	D	D	A	E	C	B	A	C	D	C	A	B	E	C	C	A	A	A	B	20
3	B	D	A	E	B	C	D	A	E	C	B	A	C	E	C	A	B	E	A	D	A	B	B	B	19
4	B	D	A	E	B	C	D	A	E	C	B	A	C	E	C	A	B	E	A	D	D	D	A	C	19
5	B	D	B	C	B	C	D	A	E	C	B	A	A	D	C	A	B	E	A	D	A	B	A	B	18
6	B	D	A	E	B	C	A	E	E	C	B	A	C	D	C	A	B	E	A	D	E	B	B	A	18
7	B	D	A	E	B	C	D	A	E	C	B	A	C	D	D	A	E		C	A	A	A	C	B	17
8	B	D	A	E	B	A	E	C	E	C	B	A	C	D	C	A	B	E	A	D	B	B	C	C	16
9	B	D	A	E	B	C	D	E	E	C	C	D	C	D	C	A	B	E	A	D	B	A	B	A	16
10	B	D	B	D	B	C	D	A	E	C	A	B	C	D	C	A	B	E	B	B	A	A	B	A	16
11	B	B	A	E	B	C	D	A	E	C	C	C	C	C	C	A	B	C	A	D	B	B	A	B	16
12	B	D	A	E	B	C	D	E	E	C	B		C	D	C	A	B	E	B	B	A		C	B	15
13	B	D	A	E	B	C	D	E	E	C	D	A	A	D	C	A	B	E	A	D	B	A	B	B	15
14	B	D	B	D	B	C	A	A	E	C	C	B	C	D	C	A	B	E	A	D	D	D	A	C	15
15	B	D	A	E	B	C	E	C	C	B	A	A	A	D	C	A	B	E	A	D	D	C	A	B	14
16	B	D	A	E	B	D	D	A	E	C	C	D	C	E	B	A	B	E	A	D	D	C	C	B	13
17	B	D	A	E	B	C	B	E	E	C	A	A	A	D	B	E	B	E	A	D	D	C	B	B	13
18	B	D	A	E	B	E	A	B	E	C	C	C	C	D	B	A	B	E	A	D	D	D	B	B	13
19	B	D	A	E	B	C	D	E	E	C	C	C	C	B	B	A	B	E	A	B	A	A	B	C	12
20	B	D	A	E	A	B			E	C	A	A	C	D	B	A	B	E	A	B	B	B	C	C	10
21	B	D	B	B	B	D	B	D	D	B	A	D	C	D	C	A	B	E	B	D	C	D	B	B	9
22	B	D	B	C	A	B	B	D	E	C	A	D	A	D	B	A	B	E	A	D					8
23	B	D	B	C	A	B	B	A	E	C	A	B	C		B	C	B	E	B	A	C	D	B	B	7

Tab. 9 Lawsonův test – přehled odpovědí žáků 9. tř.

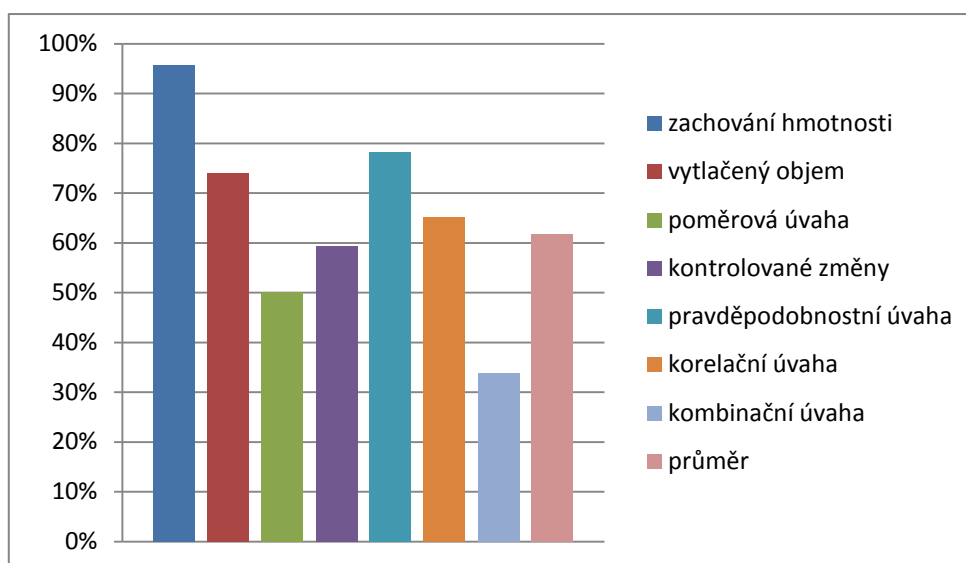
Jak jsem již uvedla výše, tak bodované jsou pouze úlohy, jejichž *obě části* byly řešeny správně. (Student musí nejen správně odpovědět, ale svoji odpověď i správně zdůvodnit, aby mu byla úloha uznána. Výjimkou jsou úlohy 23 a 24, které jsou nezávislé). V tabulce jsou správně vyřešené úlohy podbarveny žlutě.

V prvním sloupci tabulky je pouze pro orientaci uvedeno pořadové číslo žáka. Poslední sloupec udává celkový počet získaných bodů jednotlivých žáků a barevně jsou vyznačeny jednotlivé úrovně uvažování, kterých žáci dosáhli. Z výsledků je vidět, že dva žáci 9. D se podle klasifikace J. Piageta nacházeli v konkrétně operační úrovni myšlení, 14 žáků mělo přechodnou úroveň a 7 žáků již dosáhlo formálně operační úrovně uvažování. Výsledky z tabulky 9 jsou přehledně zobrazeny v grafu na obr. 24.



Obr. 24 Lawsonův test. Celkové výsledky žáků 9. tř.

Při podrobnějším rozboru z hlediska jednotlivých oblastí popisujících různé typy uvažování: zachování hmotnosti, zachování vytlačeného objemu, poměrové myšlení, identifikace a kontrola změny, pravděpodobnostní myšlení, korelační myšlení a kombinační myšlení, je možné vytvořit graf, který vyjadřuje, jak žáci zvládli jednotlivé oblasti (Obr. 25, výsledky jsou uvedeny v procentech).



Obr. 25 Lawsonův test. Výsledky žáků 9. tř. v jednotlivých oblastech

Přehledně jsou výsledky všech respondentů z České republiky i ze Slovinska uvedeny v tabulce 10. Jednotlivé věkové skupiny jsou zvýrazněny odlišnou barvou, sytější barvou daného odstínu jsou vyznačeny výsledky žáků a studentů, kteří se setkali s výukou fyziky podle projektu Heuréka.

Skupina	Průměrný počet bodů (max. 24)	1. úroveň (0-8 bodů)	2. úroveň (9-16 bodů)	3. úroveň (17-24 bodů)
žáci ZŠ Č. Vrch, Heuréka, 9. třída	14,8 bodu (61,8 %)	2 žáci (8,7 %)	14 žáků (60,9 %)	7 žáků (30,4 %)
SPŠST Panská, 1. ročník	9,7 bodu (40,4 %)	21 studentů (47,7 %)	21 studentů (47,7 %)	2 studenti (4,5 %)
Gymnázium Českolipská, 1. r.	10,1 bodu (42,1 %)	11 studentů (40,7 %)	13 studentů (48,1 %)	3 studenti (11,1 %)
Gymnázium Špitálská, 1. r.	13,7 bodu (57,2 %)	4 studenti (13,8 %)	16 studentů (55,2 %)	9 studentů (31,0 %)
Středoškoláci ČR, Heuréka, 4. r.	17,1 bodu (71,3 %)	5 studentů (5,9 %)	28 studentů (32,9 %)	52 studentů (61,2 %)
Středoškoláci, Slovinsko, 3. a 4. r.	12,6 bodu (52,3 %)	45 studentů (16,2 %)	128 studentů (46,0 %)	105 studentů (37,8 %)
Vysokoškoláci MFF UK Praha, 2. a 3. ročník	19,5 bodu (81,1 %)	0 studentů	3 studenti (27,3 %)	8 studentů (72,7 %)
Vysokoškoláci FMF Slovinsko, 1. ročník	18,0 bodu (75,0 %)	2 studenti (2,2 %)	25 studentů (27,8 %)	63 studentů (70,0 %)

Tab. 10 Průměrný počet bodů a počet studentů na jednotlivých vývojových úrovních

Při porovnání žáků a studentů vedených podle projektu Heuréka je vidět, že mají velmi dobrý výsledek v počtu získaných bodů. Podle mého názoru ještě důležitější výsledek je, že pouze velmi malá část žáků nedosáhla ještě ani přechodné vývojové úrovně. Podle vyjádření M. Gojkoška, který se touto problematikou zabývá již delší dobu, to znamená, že měli žáci hodně podnětů k rozvoji svého vědeckého uvažování.

Požádala jsem kolegyni RNDr. Martinu Kekule, Ph.D. o pomoc při statistickém zpracování výsledků 15-16letých žáků a studentů (žáci 9. třídy a studenti 1. ročníků, žlutě vybarvená skupina respondentů). Zda jsou zjištěné rozdíly v průměrné úspěšnosti jednotlivých tříd statisticky významné, bylo posuzováno pomocí Kolmogorovova-Smirnovova testu dobré shody. Výsledky uvádí následující tabulka (Tab. 11). V prvním sloupci jsou uvedeny dvojice porovnávaných škol (ČV je škola Červený vrch), ve druhém sloupci jejich označení (škola 1 x škola 2), které je používáno v dalších sloupcích.

		max. záporný rozdíl	max. kladný rozdíl	p- hodnota	arit. průměr "škola 1"	arit. průměr "škola 2"	směr. odchylka "škola 1"	směr. odchylka "škola 2"
ČV x Špitálská	šk. 1x šk. 2	0,000	0,169	p > .10	14,739	13,517	3,852	4,298
ČV x Českolipská	šk. 1x šk. 2	0,000	0,523	p < .005	14,739	10,111	3,852	4,353
ČV x Panská	šk. 1x šk. 2	0,000	0,516	p < .001	14,739	9,659	3,852	4,159

Tab. 11 Výsledky statistického zpracování Lawsonova testu

Na základě provedených testů můžeme říci, že rozdíly v průměrné úspěšnosti řešení jednotlivých škol jsou statisticky významné pro dvě dvojice škol: školu Červený vrch a Českolipská (p-hodnota < .005) a Červený vrch a Panská (p-hodnota < .001). Pro školu Červený vrch a Špitálská rozdíly v průměrné úspěšnosti řešení nejsou statisticky významné. Vzhledem k tomu, že gymnázium Špitálská je považováno za jedno ze špičkových pražských gymnázií, které si vybírá jen velmi dobré studenty (je otvírána pouze jedna třída čtyřletého studia), domnívám se, že to vypovídá o jisté kvalitě mých žáků 9. třídy.

Na závěr testování jsem požádala své žáky o krátké komentáře k testu. Naprostá většina z nich považovala úlohy za zajímavé a vyplňování testu je bavilo.

13.3 Experimenty pro mladší žáky

Mezi výsledky práce žáků patří jistě i to, zda a jak jsou schopni předávat své znalosti a dovednosti mladším spolužákům. Ve školním roce 2009/2010 jsme se ve škole rozhodli prohloubit spolupráci učitelů fyziky a učitelů přírodovědy z prvního stupně. Kromě toho, že jsme uspořádali několik setkání, na kterých si učitelé přírodovědy vyzkoušeli některé zajímavé fyzikální experimenty, které mohou použít ve své výuce, tak jsme se domluvili i na spolupráci mezi žáky. Požádala jsem žáky 8. ročníku, aby si ve skupinách připravili pokusy, které by mohly být zajímavé a pochopitelné žákům 4. třídy. Vybrali jsme témata – *Voda, Vzduch, Teplota, Mapa a busola*. Žáci 8. třídy se rozdělili do 4 skupin, každá skupina si připravila jedno téma a se svými experimenty pak postupně navštívila všechny čtvrté třídy. Žáci měli experimenty připravené velmi pěkně. Malé děti zapojovali do práce, nechávali je s pomůckami si hrát a vedli je i k jednoduchému popisu a vysvětlení experimentů. Bylo vidět, že díky tomu, že jsou sami podobným způsobem při výuce vedeni, jsou schopni ho pak použít při své výuce. Učitelky ve 4. třídách jsem po skončení požádala o zpětnou vazbu k tomuto projektu. Všechny ho hodnotily jako velmi úspěšný. Stejně tak jsem požádala o vyjádření i žáky 8. třídy, kteří si tak trochu „hráli na učitele“. Žáci tuto svoji práci hodnotili jako náročnou, ale pro sebe velmi zajímavou a užitečnou. Cituji zde dvě vyjádření: „Bylo to poučné hlavně z toho pohledu, že jsme se na chvíli vžili do rolí učitelů a viděli jsme, jak je těžké něco někoho naučit. Tento projekt přinesl oboustranné zkušenosti i poučení. Učitelé byli dobří, vyšli nám maximálně vstříc.“ „Bylo zajímavé pracovat s mladšími spolužáky, ale občas to bylo k nevydržení.“ Vzhledem k pozitivním ohlasům chceme ve školním roce 2010/2011 tuto akci zopakovat.

13.4 Zpětná vazba od žáků

Na konci každého školního roku prosím žáky, aby mi napsali zpětnou vazbu, komentář, ve kterém vyjádří svoje dojmy a pocity z výuky fyziky, případně i ve srovnání s dalšími předměty. Zde uvedu jen několik poměrně zajímavých komentářů (cituji přesně, včetně pravopisných a stylistických chyb).

Žákyně 9. třídy: *Začátek školního roku se mi moc nevydařil a měla jsem s fyzikou problémy. Druhé pololetí se mi vydařilo lépe, látku jsem chápala a docela mě bavila. Děkuji za laborky, protože tam jsme si mohli doplnit věci, které jsme v hodinách nepochopili. Fyzika nikdy asi nebude mým oblíbeným předmětem, ale s Vámi jsem to zvládla a děkuji za to. Přeji mnoho zdaru a trpělivosti s příštími studenty. ☺*

Žák 9. třídy: *Letos mi hodiny přišly příjemné, protože učivo nebylo tolik náročné na pochopení. Nebo to možná je tím, že na nás vyučující nenaléhala, abychom to vše uměli z hodiny na hodinu. Já si myslím, že je lepší když vyučující řekne: “co umíš, to umíš a když se neučíš, tak je to problém toho žáka” – než když skoro každou hodinu nadává, že to neumíš, jako někteří jiní učitelé.*

Žák 8. třídy: *Tento styl výuky byl velmi dobrý a zábavný, protože jste nás vedla, abysme na různé věci přišli sami. To se v jiných předmětech nedělá a je to škoda. Fyzika byla někdy těžká, ale vy jste to vždy dobře vysvětlila a byla nám k dispozici, kdybychom něco nevěděli.*

Žák 7. třídy: *Hodiny byly zajímavé a neměnil bych jejich způsob. Nezábavné je počítání, ale bez toho to nejde. Mám rád pokusy a úlohy na přemýšlení, ale v počítání jsem trochu pozadu. Byl bych rád, kdyby jsme vás měli i příští rok, protože nikomu nenadržujete a vždy pomáháte těm, kteří tu věc co zrovna probíráme nechápou (jako občas i já). Jen bychom mohli občas jít ven a zkoušet přírodní pokusy.*

Žák 7. třídy: *Ve srovnání s jinými předměty např. Čj. je fyzika báječná, ale proti tělocviku (plavání) nemá šanci. Je to jeden z mých nejoblíbenějších předmětů a moc mě baví. Nebaví mě počítat, ale dělat experimenty. A moc se mi líbí písemky.*

Žák 6. třídy: *Fyziku hodnotím velmi dobře. Pracování s pokusy, zábavné úlohy atd. mě bavily. Nemám nic, co bych vytkl. Učit se děláním, ne textem mě baví.*

Žák 6. třídy: *Ve fyzice se mi líbily všechny pokusy a hodiny mě bavily. Jenom se mi nelíbilo, že v testech byly některé otázky, na které se nedalo naučit a museli jsme to znát už ze života. Nakonec mě ale těší I z fyziky. ☺*

Domnívám se, že autentická vyjádření žáků poměrně dobře charakterizují jejich vztah k fyzice i způsob, jak výuka fyziky probíhá.

14. Evaluace projektu Heuréka – učitelé

Projekt Heuréka se týká nejen žáků, ale samozřejmě také učitelů. Názory učitelů zapojených do projektu Heuréka, ale i účastníků našich dalších seminářů, jsou pro mne a pro moji další práci velmi důležité a pro mne osobně i velmi zajímavé. Rozsáhlejší informace jsem získala z dotazníku, který jsem zaslala na jaře 2009 všem učitelům, kteří se někdy v minulosti zúčastňovali seminářů Heuréky. Názory účastníků jednotlivých seminářů získáváme pomocí zpětné vazby, kterou si necháváme vyplňovat na konci každého našeho semináře. V této kapitole uvedu výsledky z obou těchto způsobů.

14.1 Dotazník pro učitele

Zajímá mne, co si učitelé z dlouhodobého hlediska ze seminářů odnášejí, zda a jak používají metodiku Heuréky při své vlastní výuce ve škole, jak vnímají přínos Heuréky pro svoji práci i pro sebe samotné. Proto jsem na jaře 2009 oslovila účastníky projektu s prosbou o vyplnění krátkého dotazníku. Celý text dotazníku i průvodního dopisu je uveden v příloze č. 16, část A.

Oslovila jsem 98 učitelů a potěšilo mne, že jsem od nich získala 62 odpovědí.

Zde uvedu některé nejzajímavější výsledky dotazníku.

První otázky se týkaly spíše statistických údajů a celkového dojmu ze seminářů. V tabulce 12 jsou uvedeny odpovědi učitelů:

Jak staří jsou Vaši studenti?	12-15 let	12-18 let	15-18 let	> 18 let
	28 učitelů (45,2 %)	14 učitelů (22,6 %)	14 učitelů (22,6 %)	6 učitelů (9,7 %)
Jak dlouho se účastníte seminářů Heuréky?	1-3 roky	4-6 let	7-10 let	> 10 let
	27 učitelů (43,5 %)	15 učitelů (24,2 %)	12 učitelů (19,3 %)	8 učitelů (12,9 %)
Účast na seminářích byla užitečná pro mne jako člověka	Zcela souhlasím	Souhlasím	Nesouhlasím	Zcela nesouhlasím
	44 učitelů (71,0 %)	18 učitelů (29,0 %)	0 učitelů	0 učitelů
Účast na seminářích byla užitečná pro mne jako učitele	Zcela souhlasím	Souhlasím	Nesouhlasím	Zcela nesouhlasím
	53 učitelů (85,5 %)	9 učitelů (14,5 %)	0 učitelů	0 učitelů

Tab. 12 Odpovědi na úvodní otázky dotazníku

V následující otázce jsem požádala učitele, aby slovně popsali, jaký význam pro ně měla účast na seminářích. Jejich vyjádření jsem shrnula do několika skupin (mnozí učitelé udávali více charakteristik) a zaznamenala do tabulky 13:

Význam účasti na seminářích	Počet respondentů
Získání návodů a námětů jak učit	40
Setkání s lidmi - s kolegy, s odborníky, s vedoucími seminářů	36
Přemýšlení o fyzice, o vyučování fyziky	16
Doplnění fyzikálních znalostí	15
Příspěvek k osobnímu rozvoji	13
Bavilo mne to	8
Ujistění, že moje práce má smysl	4

Tab. 13 Jaký přínos pro Vás má či měla účast na jednotlivých typech seminářů?

Další otázka se týkala toho, do jaké míry daný učitel využívá metodiku Heuréky při přípravě svých hodin, úloh, laboratorních prací. Odpovědi učitelů jsou vyjádřeny v tabulce (někteří učitelé opět udávali více charakteristik) a zaznamenány do tabulky 14.

Využití metodiky Heuréky při přípravě hodin	Počet respondentů
Občasná inspirace při tvorbě vlastních příprav	27
Jeden z hlavních zdrojů, častá inspirace	25
Využívám spíše přístup Heuréky, její základní filozofii, než konkrétní náměty	17
Momentálně neučím fyziku	3

Tab. 14 Jak využíváte metodiku Heuréky při přípravě hodin?

Pro ilustraci zde uvedu tři citace z dotazníků, ze kterých je vidět, jak učitelé k metodice Heuréky přistupují.:

- „Občasnou inspiraci pro moje vlastní přípravy (protože učím na vyšším gymnplu), jeden z hlavních zdrojů námětů pro práci se žáky (v době, když jsem učil ve třídách nižšího gymnázia), jinak: Myslím, že Heuréka ovlivnila i způsob mého myšlení a přístupu nejen k výuce, ale to se dá těžko posoudit, protože neexistuje srovnávací experiment: ...“
- „Využívám některé části, jako celek to nemohu použít, nejsem Irena Dvořáková. Vyzkoušela jsem si, že musím zůstat sama sebou, neumím reprodukovat něčí přípravy. Na některé akce si ještě netroufám, ale chtěla bych je zařadit.“
- „Spíš ne, využívám hlavně konkrétní pokusy a zkušenosti z exkurzí, při hodinách se sice hodně ptám i u nové látky, ale nemá to nějaký pevný rámec, asi 70-80 procent všech pokusů ve výuce je inspirovaných lidmi z Heuréky.“

Z dalších částí dotazníku bych ještě ráda uvedla citace několika vyjádření učitelů k otázce 8: **Zkuste prosím jednou větou vyjádřit, čím pro Vás byla či je Heuréka.**

- *V průběhu Heuréky jsem poprvé poznala lidi, kteří dělají fyziku rukama a ne čísly.*
- *Noví lidé, nové myšlenky, náměty, pokusy, vypadnutí ze stereotypu, možnost vidět, jak se dělá fyzika jinde a jinak.*
- *Byla pro mě motorem a motivací do další práce. Díky ní jsem se stala lepším učitelem.*



Obr. 26 Atmosféra na semináři

- *Heuréka je super sdružení podobně smýšlejících lidí, která je vždy zdrojem poznání, přátelství, zábavy a porozumění.*
- *Iná cesta ako učiť zaujímavo, hravo, aby to bavilo nielen deti, ale aj mňa, stretávanie sa s ľuďmi, s ktorými sa cítim dobre.*
- *Nabíjanie sa novou energiu, novými aktivitami. Nechcem skostnatieť, ani vyhorieť, ani zostarnúť a v tom mi Heuréka pomáha.*
- *Inspirace, pohled na svět, diskuse, nedogmaticnost, setkávání, sdílení, rozšiřování obzorů.*
- *Já jsem tu pro žáky a Heuréka je pro mě.*

Domnívám se, že i těchto několik citací charakterizuje vztah učitelů k Heuréce.

14.2 Ohlédnutí po dvou letech

V článku 14.1 jsem popsala výsledky dotazníku, ve kterém jsem se ptala spíše dlouhodobých účastníků projektu na jejich komentáře k Heuréce.

Jiný charakter měl dotazník, který jsem zadala na prvním setkání 4. běhu seminářů Heuréky pro nové zájemce v listopadu 2008 (příloha 16, část B). Požádala jsem účastníky, aby popsali a zhodnotili svůj vlastní styl výuky a uvedli své silné i slabé stránky. Dotazník učitelé

vyplňovali anonymně jen pod nějakou značkou. Všichni účastníci semináře dotazník vyplnili, i když jim to nebylo příjemné (což se projevilo i na negativním hodnocení ve zpětné vazbě ze semináře). Nijak jsem ale dotazník nekomentovala, vybrala ho a pokračovali jsme ve společné práci. O téměř dva roky později, na posledním semináři učitelské školky v květnu 2010, již ve zcela odlišné atmosféře, jsem požádala účastníky o vyplnění podobného dotazníku, kde jsem chtěla, aby se pokusili zhodnotit svůj vlastní posun v přístupu k výuce (příloha 16, část C). Měli také popsat, co se na Heuréce naučili, čím je Heuréka ovlivnila jako učitele i jako člověka.

Do tabulky 15 jsem shrnula odpovědi všech 23 účastníků semináře:

Význam účasti na seminářích	Počet respondentů
Inspirace, získání návodů a námětů pro výuku	23
Setkání s lidmi „stejně postiženými“	19
Naučil/a jsem se víc zapojovat žáky při výuce	16
Mám větší sebevědomí, nebojím se dělat chyby	12
Doplnění fyzikálních znalostí	9
Nabíjelo mne to energií	7

Tab. 15 Jaký význam pro mne měla účast na Heuréce?

Podle mého názoru není překvapivé, že Heuréka účastníkům přinesla nové náměty do výuky a setkání s příjemnými lidmi a že se naučili více aktivizovat žáky. Zajímavé však je, že více než třetina učitelů připustila, že si v průběhu semináře (jehož obsahem je prakticky po celou dobu látka fyziky na úrovni základní školy) doplnila mezery ve svých fyzikálních znalostech (a ještě zajímavější je, že si to učitelé nejen uvědomili, ale byli ochotni to i přiznat).

Značná část učitelů hodnotila pozitivní význam seminářů pro „nabíjení se energií“, proti nebezpečí vyhoření.

Velmi důležité podle mého názoru je, že v průběhu seminářů došlo u mnohých učitelů i k posunu ve vnímání sama sebe. Ocituji zde některá vyjádření:

- *Názory zůstaly v zásadě stejné, ale učí se mi lépe, jsem v lepší psychické pohodě, k čemuž Heuréka velmi přispěla.*
- *Jsem schopná rozhodovat i argumentovat, jaké pomůcky potřebuji k výuce, čili stala jsem se právoplatným kolegou.*
- *Víc si užívám fyziku sama pro sebe.*
- *Naučila jsem se, že to vlastně není tak hrozné, když mé řešení není správné a vlastně kromě mne si mé chyby nikdo nepamatuje.*
- *Naučila jsem se nebát se zeptat, když něco nevím.*
- *Naučil jsem se to, že i učitel se může na něco zeptat, aniž by hned byl blb.*

Bylo zajímavé pozorovat, jak někteří účastníci se zájmem a někdy i trochu s dojetím čtou svoje vlastní dva roky staré vyjádření.

Někteří psali i zajímavé komentáře porovnávající své odpovědi na oba dotazníky:

Účastnice, která v roce 2008 odpověděla na otázku týkající se očekávání od seminářů: „*Zvládat děti natolik, aby si v hodině neublížili. Učit fyziku. Rozumět fyzice.*“, po dvou letech napsala: „*Už se neprojevuje taková bezradnost a velké očekávání z učení. Bylo velmi zajímavé si to po dvou letech přečíst. Skoro by mně to rozbřečelo mít na to klid.*“

Jiná účastnice v roce 2008 napsala, že očekává: „*jak zatraktivnit fyziku pro dnešní zhýčkanou mládež, jak z ní mít i já radost. A po dvou letech svá očekávání zhodnotila: „Heuréka mi pomohla móóóc (a opravdu nepřeháním). Posunula mne dále (nebo výše). Splnila má očekávání.*“

Je pro mne potěšitelné, když naše práce při přípravě a vedení seminářů Heuréky má na účastníky takto pozitivní vliv.

14.3 Zpětná vazba ze seminářů

Jak jsem uvedla v kapitole 10, prosíme učitele, aby nám na závěr každého semináře vyplnili krátkou zpětnou vazbu. Tato zpětná vazba je do značné míry strukturovaná, učitelé na škále -2 („propadák“), -1 („nic moc“), 0 („neutrální“), +1 („fajn“), +2 („super“) hodnotí jednak zajímavost, jednak užitečnost jednotlivých bodů programu víkendového semináře a číselně hodnotí také celkový dojem. Poslední otázky jsou otevřené a učitelé se mohou vyjádřit k tomu, co se jim na semináři zvláště líbilo či nelíbilo, či co chybělo. Kromě toho mají účastníci možnost dopsat libovolné komentáře jak k jednotlivým bodům programu, tak k semináři celkově. Tuto formu dotazníku používáme již několik let, neboť takto strukturované otázky nám dávají dobrou informaci o tom, které části programu se učitelům líbily více a které méně. Ukázkou výsledků ankety z 1. a 2. semináře pro nové zájemce (listopad 2010 a leden 2011) uvádím v příloze 8.

Jsem ráda, že účastníci v anketě odpovídají pravdivě, tak, jak skutečně zajímavost a užitečnost daného bloku cítí. Je to vidět například na hodnocení sobotního opakování ve druhém semináři (viz příloha číslo 8). Účastníci ho vnímali jako méně zajímavé (1,0), ale velmi užitečné (1,7). Na druhou stranu večerní aktivita zaměřená na nestandardní úlohy z matematiky byla pro účastníky hodně zajímavá (1,7), ale méně užitečná pro jejich vlastní výuku fyziky (1,4).

Stejnou formu zpětné vazby používáme na všech našich seminářích. Jako ukázkou semináře, který nepatří do cyklu seminářů Heuréky, ale samozřejmě z jejich principů vycházel, uvádím v příloze 9 výsledky ankety ze semináře *Aktivní práce se žáky*, který jsme společně s L. Dvořákem vedli na podzim roku 2007 na PřF UJEP v Ústí nad Labem. Jak je vidět z ankety, tak i účastníci tohoto semináře hodnotili jak náplň, tak atmosféru semináře poměrně vysoko.

14.4 Heuréka jako příležitost k vzájemné inspiraci

Jak jsem již uvedla několikrát, tak Heuréka není projekt, kde by platilo jediné správné řešení, kde by se účastníkům předávala jediná správná metodika výuky fyziky. Jsem velmi ráda, že se nám daří vytvářet síť vzájemně se inspirujících lidí (viz například jedna z citací v článku 14.1). Víím, že mnozí z aktivních účastníků by byli možná stejně aktivní, i kdyby se do Heuréky nezapojili, avšak těší mne, že i těmto učitelům účast v projektu Heuréka něco přináší. Kromě toho je mnoho dalších vynikajících učitelů, kteří se sice z různých důvodů v současné době již seminářů neúčastní (i když „učitelskou školku“ dříve absolvovali), nebo

jezdí pouze na konferenci *Dílky Heuréky* do Náchoda, avšak patří mezi naše příznivce. Vždy mne potěší, když tito lidé při setkání se mnou na semináře Heuréky zavzpomínají jako na velmi užitečně strávený čas ve skupině lidí, kteří jsou naladěni na podobnou vlnu.

15. Kontakty na mezinárodní úrovni

Projekt Heuréka vznikl a poměrně dlouhou dobu se rozvíjel bez kontaktů se zahraničím. Autoři projektu neměli v té době možnost a snad ani důvod hledat a navazovat zahraniční kontakty. V posledních letech však se tyto kontakty výrazně rozvíjejí. Spolupráce se zahraničními kolegy přináší mnoho podnětů do naší práce a naopak metodika Heuréky je někdy inspirací pro kolegy v jiných zemích. V této kapitole bych se chtěla věnovat tomu, jak se naše kontakty se zahraničím postupně rozvíjely.

15.1 Spolupráce se slovenskými učiteli

Do této kapitoly zařazuji i popis spolupráce s kolegy ze Slovenska, přestože jsou plnohodnotnými účastníky projektu Heuréka a za zahraniční účastníky je nepovažujeme. Slovenští učitelé se zúčastňují projektu Heuréka zhruba od roku 2002. Prvního běhu seminářů pro nové zájemce se účastnilo 5 učitelů ze Slovenska – z Bratislavy, z Žiliny a jedna kolegyně jezdila dokonce až z Prešova. V dalších letech počet zájemců ze Slovenska zůstával zhruba konstantní – v každém běhu „učitelské školky“ bylo 5 – 6 učitelů ze Slovenska. Někteří zájemci ze Slovenska však říkali, že je pro ně obtížné jezdit do Prahy, že musí odjíždět ze školy dříve a vedení školy je nechce pouštět, atd.

Proto jsem se na jaře 2007 domluvila s nejzkušenějšími slovenskými účastnicemi Heuréky Viktorií Kárászovou a Andreou Marenčákovou a předala jim svoje metodické materiály týkající se vedení seminářů pro učitele. Na podzim 2007 tedy začal první běh kurzů pro nové zájemce v Bratislavě – slovenská „škôlka“. Na jaře 2010 byl zahájen již další běh těchto seminářů a kurs byl také v roce 2010 akreditován. Kolegyně vycházejí z mých materiálů, ale samozřejmě si je upravují podle svých potřeb. Byla jsem se v Bratislavě podívat a potěšilo mne, že se tam daří vytvářet stejně přátelskou a neformální atmosféru jako na seminářích v Praze.

Dalo by se říci, že alespoň v Heuréce jsme smazali hranice mezi našimi státy – učitelé z Moravy a Slovenska mají společné regionální semináře, účastníci slovenských seminářů jezdí samozřejmě i na konferenci *Dílňu Heuréky*, atd.

15.2 Prezentace Heuréky na mezinárodních konferencích

Mezi první mezinárodní konference, kterých jsem se zúčastňovala, patřily samozřejmě konference na Slovensku. Jednak proto, že se slovenskými učiteli a organizátory konferencí jsme měli nejlepší osobní kontakty, dále proto, že zde nebyla žádná jazyková bariéra a v neposlední řadě proto, že finanční náklady na účast nebyly tak vysoké.

Od roku 2002 se zúčastňuji konference *DIDFYZ*, která se každé dva roky koná v Tatrách, v Račkově dolině [A20], [A25], [A26]. Účast na této konferenci mi umožňuje se setkávat s komunitou pracovníků v oblasti fyzikálního vzdělávání na Slovensku a považuji ji za důležitou i pro propagaci projektu Heuréka na Slovensku.

Druhou konferencí, na kterou jsme několik let jezdili, jsou *Šoltésove dny*. Ty jsou pořádány každoročně v Bratislavě a jsou určeny hlavně učitelům z Bratislavy a okolí. V letech 2003 – 2006 jsme zde s Leošem Dvořákem přednesli několik příspěvků, které měly poměrně velký ohlas [A16]. Můžeme se snad pochlubit tím, že jsme alespoň částečně přispěli k tomu, že se z dříve značně teoretické konference stala akce, v níž velkou část programu tvoří pracovní dílny a ukázky experimentů. V roce 2009 vedl na této konferenci Jaroslav Reichl dílnu *Fyzika ve filmu*, v roce 2010 Václava Kopecká předvedla pokusy s teplem.

Fakticky ale mojí první mezinárodní konferencí byla konference *Practical Work in Science Education*, pořádaná v roce 1998 v Kodani. V té době jsem ještě na fakultě zaměstnaná

nebyla, takže to pro mne jako učitelku na základní škole byla úplně nová zkušenost. Jednací jazykem byla samozřejmě angličtina, která v té době nebyla mojí silnou stránkou. Musím přiznat, že jsem hodně využívala toho, že se konference společně se mnou zúčastnila v tomto ohledu mnohem zkušenější kolegyně Jitka Horáčková, která nesla hlavní tíhu při prezentaci našeho společného příspěvku [A40].

Velmi důležitá pro moji další práci byla moje účast na akci *Physics on Stage*, pořádané v listopadu 2000 v CERNu v Ženevě. Jednalo se o velkou mezinárodní konferenci, kde kromě plenárních přednášek a jednání v sekcích měla každá delegace možnost prezentovat svoji práci, zajímavé experimenty, práce studentů, atd. na stáncích. Velmi výrazně mne ovlivnilo to, že jsem byla na tuto akci jako jedna z deseti účastníků vybrána. Ještě důležitější pro můj další profesní rozvoj bylo zjištění, že zahraniční kolegové mají o mou práci zájem a oceňují její přínos.

Další akce *Physics on Stage* se konala v roce 2002 v Nordwijku, té jsem se ze zdravotních důvodů na poslední chvíli nemohla zúčastnit, přesto však vyšel příspěvek ve sborníku [A41].

V roce 2005 se toto setkání konalo pod názvem *Science on Stage* opět v Ženevě a i zde jsem měla možnost prezentovat projekt Heuréka.

Díky kontaktům navázaným na těchto konferencích se otevřela možnost užší spolupráce s Elisabeth Swinbank z Anglie a s kolegy z Dublinu, o které budu mluvit později.

V dalších letech se složení české delegace obměnilo a konference *Science on Stage* se účastnili (a účastní) jiní učitelé fyziky a dalších přírodních věd z ČR. Mezi zhruba deset účastníků těchto konferencí jsou díky svým aktivitám vybírání i učitelé zapojení do projektu Heuréka (v roce 2007 se zúčastnili tři učitelé z Heuréky, konkursem na účast v roce 2011 úspěšně prošli další kolegové, takže do Dánska pojede 6 lidí úzce svázaných s Heurékou).

Další významnou mezinárodní konferencí zaměřenou na fyzikální vzdělávání je konference *GIREP*. Zúčastnila jsem se jí poprvé v roce 2004, kdy byla pořadající organizací Ostravská univerzita. V Ostravě jsme společně s Leošem Dvořákem prezentovali dva příspěvky týkající se projektu Heuréka [A42], [A43].

Konference *GIREP* 2006 v Ljubljani se zúčastnil L. Dvořák, který zde přednesl příspěvek [130].

Já osobně jsem měla možnost se této konferenci podruhé zúčastnit v roce 2008. Konference se konala na Kypru a společně s Leošem Dvořákem jsme zde přednesli tři příspěvky – jeden popisující výsledky výzkumu *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol*, který byl na KDF řešen v rámci Projektu Národního programu výzkumu II [A44], druhý věnovaný kurzům dalšího vzdělávání učitelů fyziky. Třetí příspěvek popisoval naše zkušenosti s pořádáním výroční konference *Dílňy Heuréky* v Náchodě [A45]. Všechny příspěvky zazněly v sekcích.

V roce 2009 jsem si na *GIREP* pořádaný v anglickém Leicestru připravila poster. Podle mých předchozích zkušeností jsem usoudila, že budu mít širší možnost prezentovat projekt Heuréka zahraničním účastníkům, pokud si budou moci v klidu prohlédnout podrobnější informace uvedené na posteru. (Kopie posteru je uvedena v příloze č. 15). Tato úvaha byla správná a já jsem měla možnost setkat se s větším počtem lidí, než by možná přišlo na příslušnou sekci, kde bych přednášela svůj standardní příspěvek. Využila jsem i toho, že jsem mohla s těmito zájemci o Heuréku podrobněji hovořit o své i jejich práci. O náš projekt projevil zájem i kolegyně z Francie – Laurence Viennot a Wanda Kaminski, které patří mezi špičkové odbornice v oboru vzdělávání ve fyzice.

I díky zájmu těchto kolegyň, které patřily do organizačního výboru této konference v dalším roce (*GIREP 2010*, Remeš, Francie), jsem se rozhodla nabídnout uspořádání dílny. Nabídka byla přijata, takže jsem pro účastníky konference připravila dílnu „*What Is the Wick in the Candle For?*“. Dílna trvala 1,5 hodiny a účastníci si během ní měli možnost vyzkoušet část metodiky výuky podle projektu Heuréka (prezentovala jsem zde jak obsah, tak formu výuky fyziky, která je uvedena jako příklad metodiky Heuréky v kapitole 9.1).

V Anglii v roce 2009 mne a Leoše Dvořáka seznámil Gorazd Planinšič (kolega z Lublaně, o kterém budu blíže mluvit dále) s Josipem Sliskem, který v současné době pracuje na univerzitě v mexické Pueble. Josip Slisko ocenil naši práci a pozval nás do Mexika na konferenci *Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física*, pořádanou v květnu 2010 [129]. Nejdříve jsem se měla zúčastnit pouze jako asistent při prezentaci mého manžela, avšak vzhledem k tomu, že jsem již měla připravenou dílnu do Anglie, nabídla jsem organizátorům, zda nemají zájem, abych tuto dílnu vedla i na konferenci v Pueble. Dílna byla do programu konference zařazena, takže jsem měla svoji první zvanou přednášku na zahraniční konferenci. O atmosféře, která se během mé prezentace vytvořila, snad dostatečně vypovídá fotografie na obr. 27.



Obr. 27 Účastníci konference v Mexiku

V závěru přednášky jsem pozvala účastníky na naši konferenci *Dílny Heuréky* s komentářem, že to mají z Mexika do Prahy stejně daleko, jako my z Prahy do Mexika. Tato moje poznámka byla sice přijata se smíchem, avšak po skončení programu za námi jeden účastník přišel s otázkou, zda by bylo skutečně možné do Náchoda přijet. Musel asi překonat nelehké byrokratické bariéry, ale nakonec Abraham Castelanos Salinas opravdu přiletěl. Na konferenci v Náchodě se mu velmi líbilo a požádal mne o souhlas, zda by mohl použít naše „know-how“ a uspořádat podobnou konferenci pro mexické učitele. Takže možná budou „*Dílny Heuréky 2*“ v Mexiku.

V roce 2011 bych se měla zúčastnit konference *GIREP*, která bude v létě ve Finsku. Po návratu z Finska bych ráda odletěla znovu do Mexika na *International Conference on Physics Education 2011 "Training Physics Teachers and Educational Networks"*.

Předpokládám, že pokud bude možné i v dalších letech podporovat zahraniční cesty z rozvojových projektů MŠMT, tak se budu různých zahraničních konferencí zúčastňovat i nadále.

15.3 Kontakty se zahraničními učiteli fyziky

Jedním z nejpodstatnějších přínosů účasti na zahraničních konferencích je pro mne zcela určitě možnost navázání osobních kontaktů.

Jak jsem se zmínila dříve, první skutečně zahraniční účastníci konference *Dílny Heuréky* byla v roce 2004 dr. Elizabeth Swinbank z university v Yorku (UK), autorka kursu *Salter's Horners Advanced Physics*. O svých dojmech z Náchoda napsala článek s názvem *Reporting from a mattress in Nachod* [109]. Přes hodně nekomfortní podmínky se jí na naší akci zřejmě líbilo, neboť svůj článek začíná slovy (cituji):

„What would be your response if you were invited to join a teachers' conference to be held in the small Bohemian town of Nachod, conducted almost entirely in Czech, where the accommodation would be on mattresses on the floor of a school, with DIY catering from the local supermarket?

If the invitation came from Leoš Dvořák and Irena Koudelková, leaders of the Heuréka project and sometime contributors to imaginative Czech displays at Physics on Stage, you would probably do as I did and accept immediately.”

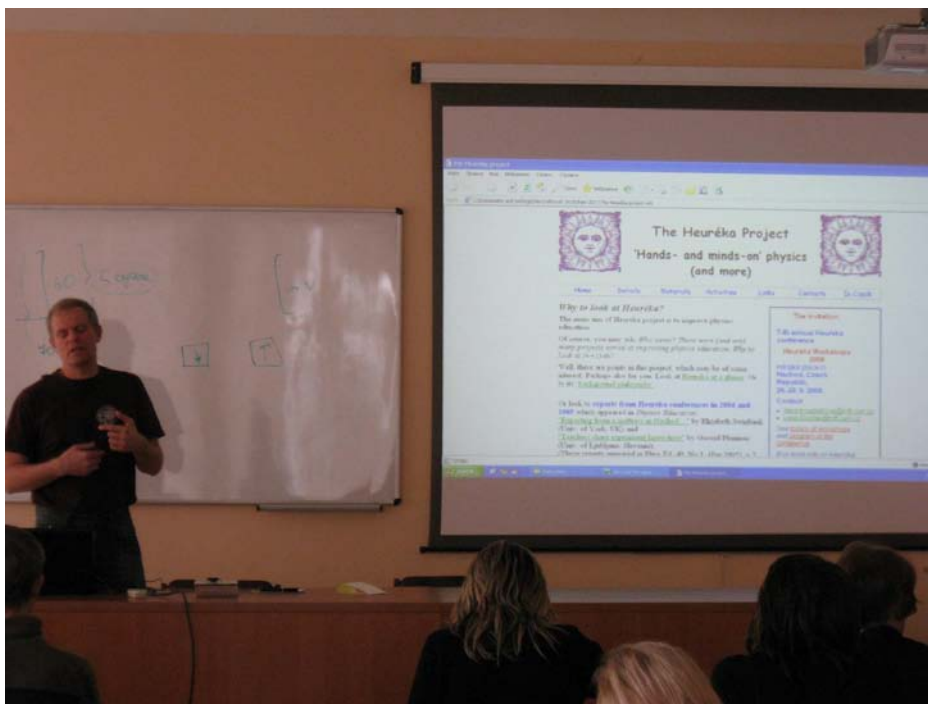
O dva roky později svoji sadu experimentů prezentoval na konferenci *Dílny Heuréky 2006* Wim Peeters, který je jedním z hlavních odborníků v oblasti fyzikálního vzdělávání v Belgii a podílel se výrazně na mnoha evropských projektech (např. projekt MOSEM [79]). S Wimem Peetersem se pravidelně dále setkáváme na zahraničních konferencích.

Velmi úzké kontakty máme s kolegy z Dublinu. Kromě pravidelného setkávání na mezinárodních konferencích jsme byli s Leošem Dvořákem v roce 2007 pozváni na konferenci irských učitelů, kolegové z Irska naopak přivezli své experimenty na *Veletrh nápadů učitelů fyziky*. Díky těmto osobním kontaktům s irskými učiteli jsem mohla začátkem roku 2010 navštívit dvě státní a tři soukromé střední školy a blíže se seznámit se systémem irského školství.

Častými návštěvníky jak *Veletrhu nápadů učitelů fyziky*, tak náchodských konferencí jsou kolegové z Holandska, kteří v roce 2009 vedli jednu z dílen na konferenci v Náchodě.

V posledních letech každoročně na konferenci *Dílny Heuréky* přijíždí kolega z Ukrajiny Alexandr Kazachkov. Na tuto akci si vždy připraví nějakou dílnu, na které prezentuje velmi zajímavé problémy a experimenty. Kromě toho však našemu projektu ve světě „dělá reklamu“ (na obr. 28 je fotografie z konference ukrajinských učitelů z ledna 2011).

Díky jemu se o Heuréce a naší práci s učiteli obecně již dříve dozvěděl i Rodney Milbrandt z Minnesoty v USA, který v Praze strávil svůj roční sabbatical. Své zkušenosti z konferencí *Veletrh nápadů učitelů fyziky* a *Dílny Heuréky* Rod Milbrandt popsal v článku [111].



Obr. 28 A. Kazachkov prezentuje projekt Heureka ukrajinským učitelům

V předchozích odstavcích jsem popsala naše kontakty se zahraničními učiteli, se kterými se setkáváme na různých mezinárodních konferencích nebo na konferenci *Dílnoy Heuréky*. Podle mého názoru ještě důležitější pro můj profesní rozvoj jsou kontakty, které ústí v dlouhodobější spolupráci zúčastněných pracovišť.

V roce 2005 navštívil konferenci *Dílnoy Heuréky* Gorazd Planinšič z katedry fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity v Ljubljani. Na konferenci se mu velmi líbilo a napsal o ní článek [110]. Gorazd Planinšič ocenil pořádání této konference a intenzivně se zajímal o celou práci se žáky i učiteli v projektu Heureka. Vzhledem k tomu, že i my jsme měli zájem se více dozvědět zase o jeho práci, rozvíjela se postupně spolupráce KDF MFF UK nejdříve s katedrou fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity v Ljubljani a později také s katedrou fyziky a techniky Pedagogické fakulty této univerzity.

Úzké kontakty našich pracovišť umožnily v roce 2009 uzavření dvouletého bilaterálního projektu *Podpora rozvoje vědeckého myšlení žáků a studentů ve výuce fyziky pomocí aktivních učebních metod* (číslo projektu MEB 090907) v rámci Programového projektu mobility výzkumných pracovníků – KONTAKT. Projekt byl v roce 2010 úspěšně ukončen a začátkem roku 2011 byl schválen navazující dvouletý projekt.

Při přípravě a v rámci prvního bilaterálního projektu jsem mohla společně s L. Dvořákem již třikrát pobývat v Ljubljani na studijním pobytu. Během těchto pobytů jsem vedla čtyři semináře (každý v trvání 1,5 hodiny) pro studenty jednak Matematicko-fyzikální fakulty, jednak Pedagogické fakulty Univerzity v Ljubljani. Zatím poslední dva semináře proběhly v polovině listopadu 2010. Vedoucí katedry fyziky a techniky Pedagogické fakulty Mojca Čepič mne požádala, abych si pro její studenty a doktorandy připravila libovolné téma, které by je podle mého názoru mohlo zajímat. Zvolila jsem téma spíše zaměřené na matematiku a řešení problémů a připravila jsem seminář „*Interesting Mathematics or Destroying Barriers*” (jeho česká verze je uvedena v příloze 6, neboť toto téma je zařazeno do programu učitelské školy). Fotografie na obr. 29 ukazuje zaujetí, s jakým slovinští studenti řešili předložené problémy.



Obr. 29 Slovinští studenti zkoumají Můbiův proužek

Druhý seminář, který jsem v listopadu 2010 v Ljubljani vedla, nebyl plánovaný předem. V průběhu diskuzí s Gorazdem Planinšičem jsme hovořili o tom, jak je v Heuráce zpracována metodika přechodu od elektrostatiky k elektrickým veličinám. G. Planinšiče naše metodika zaujala a požádal mne, abych ji ukázala jeho studentům na Matematicko-fyzikální fakultě.

L. Dvořák vedl v Ljubljani kromě dalších aktivit také velmi úspěšnou dílnu „Semiconductors at work“ [131], vycházející ze semináře „učitelské školky“ věnovaného polovodičům.

Pevně věřím, že se kontakty s kolegy ze zahraničí bude dařit udržovat a rozšiřovat i nadále, neboť možnost vzájemného osobního předávání zkušeností je podle mého názoru nenahraditelná.

16. Závěr

Závěrem je vhodné shrnout, jak předcházející kapitoly korespondovaly s cíli projektu specifikovanými v kapitole 2.

Pro popis souvislostí projektu se současnými trendy a přístupy ke vzdělávání byla ve 3. až 5. kapitole provedena částečná rešerše současných teoretických konceptů ve vzdělávání, pohledů na roli učitele při výuce a různých modelů dalšího vzdělávání učitelů. V kapitole 8.3 pak byly tyto přístupy porovnány se základními charakteristikami projektu Heuréka.

Dosavadní výsledky projektu jsou popisovány v celé práci, v kapitole 8 pak byly identifikovány základní zásady projektu Heuréka, které jsou charakteristické jak pro výuku ve škole, tak pro práci s učiteli na seminářích. Jsou zde také stručně popsány metody a formy, které ve vzdělávání učitelů v projektu Heuréka používáme.

Metodické materiály vytvořené pro potřeby učitelů byly obecně charakterizovány v úvodu 9. kapitoly, konkrétní příklady metodických materiálů, které jsou volně k dispozici všem učitelům zapojeným v projektu, jsou uvedeny dále v kapitole 9 a v přílohách práce. V seznamu mých publikací jsou uvedeny články, které metodiku i základní zásady Heuréky přibližují také dalším učitelům. V kapitole 9.7 byly jednotlivé prvky řešení konkrétního fyzikálního problému porovnány s klíčovými kompetencemi z Rámcového vzdělávacího programu pro ZŠ.

Pokud se týče vlivu na žáky, v kapitole 9 jsou uvedeny také konkrétní písemné práce, které psali žáci všech čtyř ročníků v lednu 2011 a podrobně rozebrány výsledky těchto prací. Další výsledky práce žáků jsou popsány v kapitole 13. Zde jsou také popsány výsledky, kterých žáci a studenti vedení podle projektu Heuréka dosáhli v Lawsonově testu vývojových úrovní, a srovnány jejich výsledky s dalšími skupinami studentů.

Působení projektu na učitele fyziky je podrobněji rozebráno v následujících kapitolách. V 10. a 11. kapitole jsou popsány různé formy seminářů a dalších aktivit, které nabízíme učitelům zapojeným do projektu Heuréka. Výraznou aktivitou, která umožnila výrazné rozšíření přístupu učitelů k metodice Heuréky, je nově zřízená wiki Heuréky, která má i nadále značný potenciál dalšího rozvoje. V kapitole 12 pak je popsána nabídka pro další učitele fyziky v České republice. Těmto učitelům bude k dispozici (kromě publikací v časopisech a na webu) také připravovaný sborník všech příspěvků z konferencí *Dílny Heuréky*.

Přístup a postoje k výuce fyziky, které mají učitelé zapojení do projektu, byly získány pomocí dotazníků a jsou charakterizovány ve 14. kapitole. Jsou zde také popsány názory učitelů na zajímavost a užitečnost jednotlivých částí programu seminářů, zjišťované průběžně pomocí anket.

Nové možnosti rozvoje aktivit spojených s projektem, které se v poslední době objevily na národní úrovni (např. wiki projektu, speciální semináře týkající se technických stránek fyzikálních experimentů, kurzy pro učitele mimo vlastní projekt Heuréka) byly již popsány v kapitolách 10. – 12. Rozvoj mezinárodních kontaktů, ke kterému dochází zvláště v posledních letech, je popsán v patnácté kapitole, zde jsou také zmíněny možnosti jejich dalšího rozvoje.

Na základě výše uvedeného přehledu se domnívám, že mohu konstatovat, že z mého pohledu práce naplnila stanovené cíle.

Samozřejmě, že práce na rozvoji samotného projektu a aktivit s ním spojených tím nekončí. Některé možnosti se týkají námětů, které přinesla samotná disertační práce. Zajímavé by bylo využít např. Lawsonův test ev. další nástroje jak v dalších skupinách žáků, tak ve skupinách

učitelů (včetně studentů učitelství) a s učiteli blíže rozebírat výsledky. (Zde se možná v budoucnu ještě více uplatní spolupráce se skupinou G. Planinšiče v Ljubljani, nedávno navázaná spolupráce s J. Sliskem z univerzity v Pueble v Mexiku a další kontakty, které chceme dále rozvíjet.) Vedle aktivit, které budou mít alespoň zčásti výzkumný charakter resp. charakter na pomezí výzkumu a vývoje, však přirozeně jádrem projektu zůstanou snahy zaměřené na konkrétní vzdělávání učitelů fyziky. A to jak další vzdělávání učitelů fyziky již působících na školách, tak budoucích učitelů. Nejen tato disertační práce, ale i další projekty řešené na katedře didaktiky fyziky MFF UK nám pomáhají, aby tyto snahy mohly vhodně využívat výsledky výzkumů v oblasti fyzikální vzdělávání (tedy aby byly „research-based“ resp. „research-informed“). Našim snahám také chceme dále dávat dle možnosti „mezinárodní přesah“, tj. přirozeně využívat zahraničních výsledků z oblasti fyzikálního vzdělávání a aktivit a výzkumů s ním spojených a naopak naše výsledky a snahy dostatečně prezentovat a poměřovat na mezinárodní (minimálně evropské) úrovni.

Seznam obrázků

Kapitola číslo	Obrázek číslo	Název obrázku
3.7	1	Příklad ritualizovaného experimentu (vlevo), který je často uváděn jako zviditelnění přímočarého šíření světla a oproti tomu „vlnité šíření světla“ na pravém obrázku. V obou případech se přitom jedná o stíny za štěrbinami (převzato z [43]).
6	2	Základní větve mapy mysli – Heuréka
6	3	Celá mapa mysli – Heuréka
7	4	Nejmladší účastník konference v Mexiku
8.2	5	Účastníci kroužku <i>Hrajeme si s fyzikou</i> zkoumají mýdlové bubliny
9.1	6	Zapalování svíčky na dálku, žáci 6. třídy
9.2	7	Síť pojmů a představ vytvářených v 6. ročníku
9.3	8	Elektromagnetismus, žáci 9. třídy
9.4	9	Lodička a bazének – laboratorní práce
9.4	10	Nákres úlohy s požadovanými hodnotami
9.5.2	11	Písemná práce pro 6. ročník – celkové výsledky
9.5.4	12	Písemná práce pro 7. ročník – celkové výsledky
9.5.6	13	Písemná práce pro 8. ročník – celkové výsledky
9.5.8	14	Písemná práce pro 9. ročník – celkové výsledky
9.6	15	Prezentace dobrovolného domácího úkolu – Heronova fontána
9.7	16	Bude žárovka svítit?
10	17	Mapa mysli – Práce s učiteli
10.1.2	18	Tání olova (seminář pro nové zájemce)
10.1.4	19	Studenti během semináře <i>Heuristická výuka prakticky I</i>
10.2	20	<i>Dílny Heuréky 2010</i> – výroba optických lavic
10.3	21	Fyzikální procházka Prahou – Bludiště
11.2	22	Jaroslav Reichl jako provazozejdec v Science centru Technopolis
12.1	23	Účastníci semináře <i>Fyzika a ŠVP</i>
13.2	24	Lawsonův test. Celkové výsledky žáků 9. tř.
13.2	25	Lawsonův test. Výsledky žáků 9. tř. v jednotlivých oblastech
14.1	26	Atmosféra na semináři
15.2	27	Účastníci konference v Mexiku
15.3	28	A. Kazachkov prezentuje projekt Heuréka ukrajinským učitelům
15.3	29	Slovinští studenti zkoumají Móbiův proužek

Seznam tabulek

Kapitola číslo	Tabulka číslo	Název tabulky
3.4	1	Porovnání dvou přístupů vzdělávání (podle [13])
3.5	2	Úrovně badatelsky orientovaného přístupu (převzato z [36])
9.5.2	3	Písemná práce pro 6. ročník – rozbor výsledků
9.5.4	4	Písemná práce pro 7. ročník – rozbor výsledků
9.5.6	5	Písemná práce pro 8. ročník – rozbor výsledků
9.5.8	6	Písemná práce pro 9. ročník – rozbor výsledků
9.7	7	Rozbor úlohy z hlediska kompetencí
13.1	8	Průměrné známky, 1. pololetí 2010/2011
13.2	9	Lawsonův test – přehled odpovědí žáků 9. tř.
13.2	10	Průměrný počet bodů a počet studentů na jednotlivých vývojových úrovních
13.2	11	Výsledky statistického zpracování Lawsonova testu
14.1	12	Odpovědi na úvodní otázky dotazníku
14.1	13	Jaký přínos pro Vás má či měla účast na jednotlivých typech seminářů?
14.1	14	Jak využíváte metodiku Heuréky při přípravě hodin?
14.2	15	Jaký význam pro mne měla účast na Heuréce?

Seznam použité literatury

- [1] Průcha, J. *Přehled pedagogiky*. Úvod do studia oboru. 2006. Praha: Portál. ISBN 80-7178-944-5
- [2] Průcha, J. *Moderní pedagogika*. 2.vyd., Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-631-4
- [3] Mareš, J. *Styly učení žáků a studentů*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-246-7
- [4] Pasch, M. a kol. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*. Český překlad Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7367-054-2
- [5] Reigeluth, Ch. M. *Instructional-Design Theories and Models: An overview of their current status*. Vol. 1, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983. ISBN 0-89859-275-5.
- [6] Kalhous, Z., Obst, O. a kol. *Školní didaktika*, Vyd. 1. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X
- [7] Bertrand, Y. *Soudobé teorie vzdělávání*. Vyd. 1. Český překlad Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-2165.
- [8] *Stručně o waldorfské pedagogice*. Waldorfské školy. [online]. 2008, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z : <http://www.iwaldorf.cz/wald_ped.php?menu=ped-owa>.
- [9] *Vychovávat společně v katolické škole - poslání sdílené zasvěcenými osobami a věřícími laiky*. Církevní školství. Dokumenty. [online]. Česká biskupská konference, Praha, 2008. [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <<http://skolstvi.cirkev.cz/Dokumenty>>.
- [10] *Pedagogika Montessori*. Principy Montessori. [online]. 1999-2010, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <http://www.montessoricr.cz/Montessori_principy.php>
- [11] *Otevřené vyučování*. IS Brailnet-osvěta-Otevřené vyučování. [online]. 2003, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <http://is.brailnet.cz/Osveta_prispevky/46.html>
- [12] *Základní výchovné a vzdělávací strategie činnostního učení*. Tvořivá škola České činnostní učení. [online]. [cit. 7. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://www.vzdelavani-ucitelu.cz/strategie/>>
- [13] Molnár, J., Schubertová, S., Vaněk, V. *Konstruktivismus ve vyučování matematice*. [online]. UJEP Olomouc, 2007, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <http://esfmoduly.upol.cz/elearning/konstr_m/index.html#klasifikace>
- [14] Hejný, M., Kuřina, F. *Dítě, škola a matematika. Konstruktivistické přístupy k vyučování*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-581-4
- [15] *Program Čtením a psaním ke kritickému myšlení*. Kritické myšlení o.s. [online]. 2001, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <http://www.kritickemysleni.cz/kdojsme_detaily.php>
- [16] O Talnetu, Talnet – online k přírodním vědám. [online]. [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <http://www.talnet.cz/talnet_new/cs/o-talnetu>
- [17] Moallem, M. *Applying Constructivist and Objectivist Learning Theories in the Design of A Web-Based Course: Implications for Practice*. *EDUCATIONAL TECHNOLOGY & SOCIETY* 4 (3) [online]. 2001 [cit. 23. 1. 2011]. ISSN 1436-4522 Dostupné z: <http://www.ifets.info/journals/4_3/moallem.html>
- [18] Kasíková, H. *Kooperativní učení může učitelům usnadnit práci*. [online]. 2008, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/a/341/2308/HANA-KASIKOVA-KOOPERATIVNI-UCENI-MUZE-UCITELUM-USNADNIT-PRACI.html/>>

- [19] *Vzdělávací program Začít spolu. Step by Step* ČR, o.s. [online]. [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <<http://www.sbscr.cz/?t=1&c=6>>
- [20] *Základní informace o systému globální výchovy*. Globální výchova. [online]. 2010, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: <http://jiri_hruska.sweb.cz/>
- [21] Bečvář, J. *Matematika, vzdělanost a vzdělávání*. 10. setkání učitelů matematiky. [online]. 2006. [cit. 23. 1. 2010]. Dostupné z: <<http://www.karlin.mff.cuni.cz/katedry/kdm/srni-lat.pdf>>
- [22] *Stolzová – web pro pedagogickou tradici a kontinuitu*. [online]. 2004, [cit. 23. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://www.stolzova.cz/>>
- [23] Škoda, J., Doulík, P. *Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. PEDAGOGICKÁ ORIENTACE 2009*, roč. 19, č. 3, s. 24-44. ISSN 1211-4669
- [24] Kwon, Y.-J., Lawson, A. E. *Linking Brain Growth with the Development of Scientific Reasoning Ability and Conceptual Change during Adolescence. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*. 2000, vol. 37, s. 44–62
- [25] Kwon, Y.-J., Lawson, A. E., Chung, W.-H., Kim, Y.-S. *Effect on development of proportional reasoning skill of physical experience and cognitive abilities associated with prefrontal lobe activity. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*. 2000, vol. 37, s. 1171–1181
- [26] Vester, F. *Myslet, učit se... a zapomínat?*, Vyd. 1. Český překlad. Plzeň: Fraus, 1997. ISBN 80-85784-79-3.
- [27] Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J. *Pedagogický slovník*. 4.vyd., Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8
- [28] Staver, J. R. *Constructivism: Sound theory for explicating the practice of science and science teaching. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*. Online, 1998, vol. 35, s. 501–520
- [29] Nezvalová, D. *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání*. Bibliografie publikací k projektu GAČR 406/05/0188, Vyd. 1. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-124-0 [online]. [cit. 15. 1. 2010]. Dostupné z: <<http://www.science.upol.cz/bibliografie.pdf>>
- [30] Trna, J. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. [online]. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=329>>
- [31] Judson, E., Lawson, A. E. *What is the Role of Constructivist Teachers within Faculty Communication Networks?*, *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*. [online]. 2007, vol. 44, no. 3, s. 490–505.
- [32] Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E. *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching*, *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*, [online]. 2007, vol. 41(2), 75–86
- [33] European Commission, *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, 2007 [online]. [cit. 15. 1. 2010]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf>

- [34] Stuchlíková, I. *O badatelsky orientovaném vyučování*. In Sborník příspěvků semináře Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Ed.: Papáček, M. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6 [online]. [cit. 18. 1. 2010]. Dostupné z: <<http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>>
- [35] Papáček, M. *Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* *SCIENTIA IN EDUCATIONE* 1 (1), 2010. p. 33-49, ISSN 1804-7106. [online]. [cit. 28. 1. 2011].
- [36] Wenning, C. J. *Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes*, *JOURNAL OF PHYSICS TEACHER EDUCATION*. [online]. 2005, vol. 2, num. 3. s. 3 – 11
- [37] *Efektivní učení ve škole* [z anglických originálů přeložil a uspořádal Dominik Dvořák]. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-556-3
- [38] Vališová, A., Kasíková, H. a kol. *Pedagogika pro učitele*. 2007. Praha: Grada Publishing a. s. ISBN 978-80-247-3357-9
- [39] Bransford, J., D. *How people learn. Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D. C.: National Academy Press. 2000. ISBN 0-309-07036-8
- [40] Karelina, A., Etkina, E. *Acting like a physicist: Student approach study to experimental design*. *PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS - PHYSICS EDUCATION RESEARCH* 3, 020106. 2007.
- [41] *Výuka přírodovědných předmětů ve školách v Evropě. Koncepce a výzkum*. Eurydice, informační síť o školství v Evropě. 2006. Český překlad Ústav pro informace ve vzdělávání 2008. ISBN 978-92-79-06101-1. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <http://eacea.ec.europa.eu/eurydice/ressources/eurydice/pdf/0_integral/081CS.pdf>
- [42] Viennot, L. *Teaching physics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 2003. ISBN 1-4020-1276-4
- [43] Viennot, L. *Teaching rituals and students' intellectual satisfaction*. *PHYS. EDUC.* Vol. 41(5), p. 400-408. 2006.
- [44] Janík, T. a kol. *Pedagogical content knowledge nebo Didaktická znalost obsahu?* Brno: Paido. 2007. ISBN 978-80-7315-139-3
- [45] Janík, T. *Didaktické znalosti obsahu a jejich význam pro oborové didaktiky, tvorbu kurikula a učitelské vzdělávání*. Brno: Paido. 2009. ISBN 978-80-7315-186-7
- [46] Grayson, D. J. *Disciplinary Knowledge from a Pedagogical Point of View*. In: *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. Vol. 2. Ed. Vincentini, M., Sassi, E. p. 171-185. New Delphi: ICPE. 2010. ISBN 0-9507510-5-0
- [47] Kekule, M. *Grafy ve fyzikálním vzdělávání*. Dizertační práce. 2009. MFF UK Praha
- [48] Kolář, Z., Vališová, A. *Analýza vyučování*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009, ISBN 978-80-247-2857-5
- [49] *Sedm klíčových kompetencí učitele. Dovednostní požadavky v sekundárním, odborném a celoživotním vzdělávání*. [online]. 2004, [cit. 21. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://www.ucitelske-listy.cz/2010/04/sedm-klicovych-kompetenci-ucitele.html>>
- [50] Mertin, V. *Nesnižujte profesní požadavky*. *UČITELSKÉ NOVINY*. [online]. 2010, [cit. 21. 1. 2011]. Dostupné z:

<<http://www.ucitelskenoviny.cz/?archiv&clanek=3219&PHPSESSID=0f25f5ca140ceb2f5e2a53fa17d088d>>

- [51] Mertin, V. *Nejmocnější vliv na výsledky žáků? Kvalita učitele*. RODINA A ŠKOLA. Publikováno dne 12. 12. 2007
- [52] *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol*. Webové stránky projektu [online]. 2009, [cit. 21. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/npv.php>>
- [53] Dvořák, L. a kol. *Lze učit fyziku zajímavě a lépe?* Příručka pro učitele. Praha: Matfyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9
- [54] Starý, K. *Metodologická východiska případové studie školní výuky*. [online]. In: Sborník příspěvků 14. konference ČAPV. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2006, [cit. 15. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/48/default.htm>>
- [55] Fisher, R. *Učíme děti myslet a učit se*. České vydání Praha: Portál. 1997. ISBN 80-7178-120-7
- [56] Crawford, B. A. *Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*. VOL. 37, NO. 9, PP. 916 - 937 2000.
- [57] *Welcome to the Cutting Edge Course Design Tutorial*. [online]. 2009. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/coursedesign/tutorial/index.html>>
- [58] Laws, P. W. A. *Lens into the World. Active Learning in Optics and Photonics: a model teacher workshop for both the developed and developing worlds*. [online]. 2008. [cit. 29. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://pages.uoregon.edu/sokoloff/ALOP.pdf>>
- [59] Gil, D., Carvalho, A.M.P. *Physics teacher training analysis and proposals*. In: Connecting Research in Physics Education with Teacher Education . An I.C.P.E. Book. 1997, 1998 [online]. [cit. 29. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/D4.html>>
- [60] *Učitelství povolání v Evropě: profil, trendy a úkoly. Atraktivita učitelství povolání v 21. století. Všeobecné nižší sekundární vzdělávání*. Tisková zpráva. EURYDICE. [online]. 2004. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z <<http://eacea.ec.europa.eu/eurydice/ressources/eurydice/pdf/commonpressdos/PR043CS.pdf>>
- [61] Papáček, M. *Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice*. In: Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Papáček M. (ed.). Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice. 2010, 165 s. ISBN 978-80-7394-210-6. Dostupné z <<http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>>
- [62] Zavala, G., Alarcón, H. *Innovative Training of In-service Teachers for Active Learning: A Short Teacher Development Course Based on Physics Education Research*. *JOURNAL OF SCIENCE TEACHER EDUCATION*. vol. 18. 2007. s. 559-572.
- [63] Herman, M. *Monkey see, monkey do*. Gymnasion, o.p.s. [online]. 2011. [cit. 9. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.gymnasion.org/archive/article/monkey-see-monkey-do>>

- [64] Starý, K. *Učitelé učitelů: náměty na vzdělávání vlastního učitelského sboru*. Praha: Portál, 2008. 112 s. ISBN 978-80-7367-513-4.
- [65] *Collaborative Internship Programs*. School of Education. Lesley University. [online]. 2011. [cit. 2. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.lesley.edu/soe/collaboratives.html>>
- [66] *NSTA, National Science Teachers Association*. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.nsta.org/default.aspx>>
- [67] *AAPT. The American Association of Physics Teachers*. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.aapt.org/>>
- [68] *Education and Training in Optics and Photonics 2007*. Ed.: Nantel, M. 2007. Ottawa, Ontario. [online]. c2007, [cit. 2. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://spie.org/etop/etop2007.html>>
- [69] *Proceedings Eleventh International Topical Meeting on Education & Training in Optics and Photonics*, c2009. St. Asaph, UK. [online]. 2007. [cit. 2. 2. 2011]. Dostupné z: <http://spie.org/etop/2009/etop2009_Proceedings.pdf>
- [70] Costa, M. F. M, Vazquez-Dorrio, J. B. *Hands-on Optics Training Courses for School Teachers*. In: *Proceedings Eleventh International Topical Meeting on Education & Training in Optics and Photonics*, 2009. St. Asaph, UK. [online]. c2007. [cit. 2. 2. 2011]. Dostupné z: <http://spie.org/etop/2009/etop2009_Proceedings.pdf>
- [71] *Galileo Teacher Training Program. Welcome to the Galileo Teachers*. [online]. 2009. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.site.galileoteachers.org/>>
- [72] *On the Cutting Edge. Professional Development for Geoscience Faculty*. [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/index.html>>
- [73] *Teaching Methods: Active Learning. Online Instructional Resources*. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://fod.msu.edu/oir/TeachingMethods/active-learning.asp>>
- [74] *ESERA, European Science Education Research Association*. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.naturfagsenteret.no/esera/>>
- [75] Sere, M-G. *Towards Renewed Research Questions from the Outcomes of the European Project "Labwork in Science Education"*. *SCIENCE EDUCATION*, v86 n5 p624-44, 2002. ISSN-0036-8326
- [76] *Science Teacher Training in an Information Society Project. (STTIS)*. [online]. 2001 [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://crecim.uab.cat/projectes/websttis/index.html>>
- [77] Boohan, R., Stylianidou, F., Ogborn, J. *Training teachers for innovation energy transfer and the direction of change*. UK Report on WP5 (part 1). Science Teacher Training in an Information Society (STTIS). 2000.
- [78] Colin, P., Hirn-Chaine, C., Viennot, L. *Constructing a teacher training session about Light and Vision*. National Report on WP5. Science Teacher Training in an Information Society. Universite Paris 7
- [79] *SUPERCOMET Project Family*. Main. [online]. 2006-2008. [cit. 2. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://supercomet.no/gb/>>
- [80] *Projekt FAST*. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.ddp.fmph.uniba.sk/fast/fast.html>>

- [81] Roberts, S. H. *Teacher Collaboration and Elementary Science Teaching: Using action Research as a Tool for Instructional Leadership*. A Dissertation Submitted to the Faculty of The Graduate School at The University of North Carolina at Greensboro in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Education. [online]. 2006. [cit. 2. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/umi-uncg-1243.pdf>>
- [82] *Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi* [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.aaa-science.cz/>>
- [83] *Rozvoj profesních kompetencí učitelů fyziky základních a středních škol v Olomouckém kraji*. O projektu: UFYZ:SGO:CZ [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://ufyz.sgo.cz/O-projektu/>>
- [84] *Projekty řešené v rámci ESF*. Přírodovědecká fakulta MU. [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/main.php?stranka=31_ESF&podtext=>
- [85] *Fyzika na KF PdF MU*. [online]. 1998. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.ped.muni.cz/wphy/>>
- [86] *Další vzdělávání učitelů fyziky v roce 2010*. PF JU- Katedra fyziky. [online]. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyz/dvu.php>>
- [87] Česáková, J., Křížová, M. *Hrajeme si s fyzikou aneb jednoduché pokusy pro malé i velké žáky*. MODERNÍ VYUČOVÁNÍ. [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.modernivyucovani.cz/temata/inspirace-do-vyuky/449-fyzika.html>>
- [88] *Katedra fyziky PřF UJEP*. [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://physics.ujep.cz/CZ/index.php>>
- [89] *Akce katedry*. Oddělení fyziky Katedry matematiky, fyziky a technické výchovy [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.kof.zcu.cz/ak/>>
- [90] *Zajímavá fyzika*. Fyzika pro základní a střední školy. Ostravská Univerzita v Ostravě. [online]. [cit. 16. 2. 2011] Dostupné z: <<http://katedry.osu.cz/kfy/zajimavafyzika/uvod>>
- [91] *FyzWeb – novinky*. [online]. 2010. [cit. 12. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://fyzweb.cz/>>
- [92] Mikula, P. *Bohumil Bílý*. [online]. [Cit. 18. 1. 2011] Dostupné z: <<http://sites.google.com/site/bilybohumil/home>>
- [93] Straková, J. *Projekt Heuréka*. MODERNÍ VYUČOVÁNÍ 5/2002.
- [94] Mandíková, D. *Fyzikální prekoncepce*. Vybrané články. [online]. Katedra didaktiky fyziky. 2006. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://kdf.mff.cuni.cz/~mandikova/prekoncepty/prekoncepty.php>>
- [95] Feynman, R. P. *Radost z poznání*. Praha: AURORA, 2003, str. 23, ISBN 80-7299-068-3
- [96] Černá, M. *Fyzika...a netradičně...?* [online]. Aktivity ve výuce fyziky na ZŠ. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <<http://myres.sweb.cz/index.htm>>
- [97] Koudelková, V. *Pokusy pro mrňata*. [online]. In: Dílny Heuréky 2006-2007, sborník konferencí projektu Heuréka, Ed. L. Dvořák, Prométheus, Praha 2009, ISBN 978-80-7196-396-7 [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/~koudelkova/krouzek/Krouzek_clanek.pdf>
- [98] Kopecká, V. *Zájemový kroužek Pokusy kolem nás*. Diplomová práce. Praha: MFF UK, 2006.

- [99] Kopecká, V. *Energie kolem nás*. Klub Světa energie. Brožurka ČEZ, 2009.
- [100] Reichl, J. *Fyzika*. Stránky J. Reichla. [online]. 2007. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <http://www.jreichl.com/fyzika/fyzika.htm>
- [101] Polák, Z. *Fyzika na Jiráskově gymnáziu v Náchodě*. [online]. 2006. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <http://fyzika.gymnachod.cz/>
- [102] Gottwald, S. *Odborné zaměření*. [online]. 2006. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/lide/gottwald.php>
- [103] Burda, M. *Vítejte na webu Fyzika u nás*. 2008. [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: <http://fyzika.unas.cz/>
- [104] Horváth, P. *Načo je na sviečke knôt?* [online] Dodatočné materiály k učebnici Fyzika pre 2. ročník gymnázií [cit. 18. 1. 2011]. Dostupné z: http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~esf/civ/ss/fyzika2_dodat.pdf
- [105] Bennett, J. *Teaching and Learning Science. A Guide to Recent Research and its Applications*. London, New York: Continuum, 2003. ISBN 0-8264-5532-8
- [106] Engelhardt P. V., Beichner, R. J. *Students' understanding of direct current resistive electrical circuits*. *AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS*. Vol. 72 (1), January 2004.
- [107] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, Praha: VÚP. [online]. 2007, [cit. 18. 12. 2010]. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf
- [108] *Projekt Heuréka* [online]. 2004-2011. [cit. 31. 8. 2010]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
- [109] Svinbank, E. *Reporting from a mattress in Nachod...*, *PHYS. EDUC.* 40. 2005, p. 5.
- [110] Planinsic, G. *Teachers share experiment know-how*, *PHYS. EDUC.* 41. 2006, p. 7-8.
- [111] Milbrandt, R. *Innovative Physics Teaching Conferences in the Czech Republic*, *THE PHYSICS TEACHER*. Vol. 48 (Sept. 2010), p. 395-396.
- [112] *Dílny Heuréky 2003-2004*. Sborník konferencí projektu Heuréka (Náchod, 26. – 28. 9. 2003, 24. – 26. 9. 2004), Ed. L. Dvořák, Praha: Prometheus. 2005, ISBN 80-7196-316-X
- [113] *Dílny Heuréky 2005*. Sborník konference projektu Heuréka (Náchod, 23. – 25. 9. 2005), Ed. L. Dvořák, Praha: Prometheus. 2006, ISBN 80-7196-334-8
- [114] *Dílny Heuréky 2006-2007*. Sborník konferencí projektu Heuréka (Náchod, 22. – 24. 9. 2006, Kyjov 21. – 23. 9. 2007), Ed. L. Dvořák, Praha: Prometheus. 2009, ISBN 978-80-7196-396-7
- [115] *Dílny Heuréky 2008*. Sborník konference projektu Heuréka (Náchod, 26. – 28. 9. 2008), CD. Ed. L. Dvořák, Praha: Prometheus. 2009, ISBN 978-80-7196-397-4
- [116] Koupilová, Z. *Kvantová fyzika středoškolsky a aktivně*. Katedra didaktiky fyziky. [online]. 2006. [cit. 21. 1. 2011]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/~koupilova/kvantovka.php>
- [117] Koupilová, Z. *Akce, na kterých jde o zážitky i poučení*. Katedra didaktiky fyziky. [online]. 2006. [cit. 21. 1. 2011]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/~koupilova/akce.php>
- [118] *The Heureka Project – Home*. 2004-2011. [cit. 16. 2. 2011]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/en/>

- [119] *Fyzikální procházky Prahou*. Projekt Heuréka. [online]. 2009, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/fyzikalni-prochazky-prahou>>
- [120] *FyzWeb procházky Prahou*. [online]. [cit. 13. 2. 2011] Dostupné z: <<http://fyzweb.cz/exkurze/index.php>>
- [121] *Fyzikální procházky Prahou* [online]. [cit. 13. 2. 2011] Dostupné z: <<http://fyzweb.cz/exkurze/praha/prochazka1.pdf>>
- [122] *Metodický portál RVP* [online]. [cit. 13. 2. 2011] Dostupné z: <<http://rvp.cz/>>
- [123] Průcha, J. *Pedagogická evaluace*. Brno: Masarykova Univerzita, 1996, ISBN 80-210-1333-8
- [124] Lawson, A.E. *The development and validation of a classroom test of formal reasoning*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1978. 15(1), 11-24.
- [125] Lawson, A.E., Karplus, R. & Adi, H. *The development of propositional logic and formal operational schemata during adolescence*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1978. 15(6), 465-478.
- [126] Lawson, A.E. & Bealer, J.M. Cultural diversity and differences in formal reasoning ability. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1984. 21(7), 735-743.
- [127] Lawson, A.E. *A review of research on formal reasoning and science teaching*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1985. 22(7), 569-618.
- [128] Renner, J.W., Lawson, A.E. *Promoting Intellectual Development Through Science Teaching*. *PHYSICS TEACHER*. 12. May 1973, s. 273-276
- [129] *Program konference*. Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física, [online]. [cit. 19. 12. 2010]. Dostupné z: <<http://www.fcfm.buap.mx/eventos/taller/>>
- [130] Dvořák, L. *Informal Physics Education and Teachers' Training Some Examples and Experiences*. In: GIREP book of Selected contributions of the Third International GIREP Seminar 2005, Ed. G. Planinšič, Ljubljana: Univ. of Ljubljana. 2006, p. 86-95.
- [131] Koudelková, V., Faletič, S. *Teachers explore electronics*. *PHYSIC EDUCATION* 45. 2010. p. 125

Seznam vybraných vlastních publikací

(Pozn. 1 – některé starší články jsou publikovány pod mým dřívějším příjmením Koudelková.
Pozn. 2 – některé články v časopisech a na webu jsou reprintem příspěvku z konference, o který jsem byla redaktorem časopisu nebo webového portálu požádána)

Publikace v časopisech a příručkách

- [A1] Koudelková, I. *Projekt Heuréka aneb je třeba vykládat dětem fyziku? KRITICKÉ LISTY*, 7/2002.
- [A2] Koudelková, I. *Dobrovolné domácí úkoly z fyziky. MATEMATIKA – FYZIKA – INFORMATIKA* 2/2002, s. 93-96.
- [A3] Koudelková, I. *Fyzika v Praze aneb od slunečních hodin k Foulcaultovu kyvadlu. MATEMATIKA – FYZIKA – INFORMATIKA* 2/2002, s. 119-121.
- [A4] Koudelková, I. *Jak se snažíme učit fyziku v projektu Heuréka. MODERNÍ VYUČOVÁNÍ* 4/2004
- [A5] Dolejší J., Koudelková, I. *Co dělají učitelé fyziky o prázdninách? ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU* 2/2006, ISSN 0009-0700, s.116-120
- [A6] Koudelková, I. *Učitel (fyziky) a školní vzdělávací program, MODERNÍ VYUČOVÁNÍ* 7/2006, s. 3-5.
- [A7] Koudelková, I. *Slovní hodnocení ve fyzice*. In: Andrášová, H. a kol. *Slovní hodnocení na 2. stupni ZŠ*, Praha: RAABE. 2006, s.67 – 74, ISBN 80-86307-29-8
- [A8] Koudelková, I. *Jak učíme žáky myslet (nejen kriticky) ve fyzice. KRITICKÉ LISTY* 22 – jaro 2006, s. 5 – 7. ISSN 1214-5823
- [A9] Koudelková, I. *Média a fyzika*, In: Média tvořivě, metodická příručka mediální výchovy, Ed. N. Rutová. AISIS. 2008, s. 274-278, ISBN 978-80-904071-1-4
- [A10] Koudelková, I. *Problémové úlohy a experimenty. MATEMATIKA – FYZIKA – INFORMATIKA* 1/2008, s. 36-41, ISSN – 1210-1761
- [A11] Dvořáková, I., Kolářová, R. *Jak to vidí učitelé a jejich žáci*. In: Příručka pro učitele „Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?“, Ed. L. Dvořák, Praha: Matfyzpress 2008, ISBN 978-80-7378-057-9, s. 87-108
- [A12] Dvořáková, I. *Příklady rozvíjení klíčových kompetencí ve výuce fyziky na základní škole* In: Příručka pro učitele „Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?“, Ed. L. Dvořák, Praha: Matfyzpress 2008, ISBN 978-80-7378-057-9, s.125-130

Příspěvky ve sbornících z konferencí (od roku 2005 do roku 2009)

- [A13] Koudelková, I. *Fyzika proti matematice nebo s matematikou? – několik námětů z projektu Heuréka*. In: Sborník konference Ani jeden matematický talent nazmar, Hradec Králové, 14. - 16. 4. 2005, Ed. Jaroslav Zhouf, Praha: Ped.fakulta. 2005, ISBN 80-7290-224-5, s.128-133
- [A14] Koudelková, I. *Elektromagnetismus v projektu Heuréka*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 10, MFF UK Praha, srpen 2005, Ed. Leoš Dvořák, Praha: Prométheus. 2006, ISBN 80-7196-331-3, s. 206-211

- [A15] Koudelková, I. *Heuréka – projekt pro žáky i učitele*. In.: Dílny Heuréky 2003-2004, Sborník konferencí projektu Heuréka, Ed.: Dvořák L., Praha: Prometheus. 2005, ISBN 80-7196-316-X, s. 6-8
- [A16] Koudelková, I. *Fyzika a matematika – spolupráce nebo souboj? Několik námětů z projektu Heuréka*. In: Sborník konference Šoltésove dni 2005, Bratislava, SR, prosinec 2005, Ed.: Hajdúková T., Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum města Bratislavy. 2005. ISBN 80-7164-398-X, s.66-71
- [A17] Koudelková, I., Dvořák, L. *Aby elektřina nebyla strašákem*. In: Sborník semináře FPS JČMF „...aby fyzika žáky bavila 2“, Vlachovice, 19.-22.10.2005. Ed.: R. Kolářová, Olomouc: UP. 2005. ISBN 80-244-1181-4. s.96-101.
- [A18] Koudelková, I. *Projekt Heuréka pro současné i budoucí učitele*. In: Sborník konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy, Srní, 27.-30.4.2005. Ed. K. Rauner. Plzeň: ZČU. 2005, ISBN 80-7043-418-X, s.110-113
- [A19] Koudelková, I. *Heuréka – projekt pro žáky i učitele fyziky*. In: Sborník semináře Aktivity vo vyučovaní fyziky, Smrekovica 6. – 8. 9. 2006. Ed.: P. Horváth, Bratislava: FMFI UK. 2006, ISBN 80-89186-11-4, s.79-88.
- [A20] Koudelková, I. *Rozumějí žáci jednoduchému elektrickému obvodu?*, In: Sborník konference DIDFYZ 2006 - CD, Račkova dolina, SR, říjen 2006, Ed.: Zelenický L., Nitra: JSMF. 2006, ISBN 978-80-8094-083-6
- [A21] Koudelková, I. *Další vzdělávání učitelů fyziky – aktivně a s úsměvem*. In: Sborník konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3, s. 147-152, Srní, 26.-28.4.2007. Ed. K. Rauner. Plzeň: ZČU. 2007, ISBN 978-80-7043-603-5
- [A22] Koudelková, I. *Laboratorní práce jako problémová úloha*, In.: Sborník konference s mezinárodní účastí Veletrh nápadů učitelů fyziky 12, Praha, srpen 2007, Ed. L. Dvořák, Praha: Prometheus. 2007, ISBN 978-80-7196-352-3
- [A23] Koudelková, I. *Problémové úlohy a experimenty*. In.: Sborník ze semináře Projektová výuka fyziky ve ŠVP, Vlachovice, 17. – 20. října 2007, Ed.: V. Piskač, Praha: JČMF 2007, ISBN 978-80-7015-121-1
- [A24] Dvořáková, I. *Náchod 2003 – 2007 – pět let dílen Heuréky*. In.: Sborník konference s mezinárodní účastí Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, Plzeň, srpen 2008, s. 85-88, Ed.: K. Rauner, Plzeň: ZČU. 2008. ISBN 978-80-7043-728-5, s. 85-88
- [A25] Dvořáková, I., Kolářová R. *Jaký je dobrý učitel fyziky*. In.: Sborník příspěvků konference s mezinárodní účastí DIDFYZ 2008, Račkova dolina, 14. – 18. října 2008, Ed.: J. Ondruška, Nitra: UKF, 2008. ISBN 978-80-8094-496-4 s. 1-9
- [A26] Dvořáková I., Dvořák L. *Aktivní práce se žáky – pro učitele (aneb jak udělat kurz, ze kterého učitelé neutíkají ani v sobotu odpoledne)*. In.: Sborník příspěvků konference s mezinárodní účastí DIDFYZ 2008, Račkova dolina, 14. – 18. října 2008, Ed.: J. Ondruška, Nitra: UKF, 2008. ISBN 978-80-8094-496-4 s. 1-8
- [A27] Dvořáková, I. *Dobrý učitel fyziky – jaký je a jak učí?* In: Sborník konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4, Srní, 23. – 25. 4. 2009, Ed.: K. Rauner, Plzeň: ZČU. 2009. ISBN 978-80-7043-785-8, s.57-58

- [A28] Dvořáková, I. *Jak učíme učitele fyziky (v projektu Heuréka)*. In: Sborník konference „Jak učím fyziku“, Vlachovice 14. – 17. 10. 2009, Ed.: R. Seifert, PF UJEP. 2009, ISBN 978-80-7015-005-4
- [A29] Dvořák L., Dvořáková I., R. Kolářová: *Dobry učitel fyziky pohledem žáků*. In: Sborník konference „Jak učím fyziku“, Vlachovice 14. – 17. 10. 2009, Ed.: R. Seifert, PF UJEP 2009, ISBN 978-80-7015-005-4
- [A30] Koudelková, V., Dvořák, L., Dvořáková, I. *Několik experimentů ze semináře „Elektřina a magnetismus krok za krokem“*, In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky, 25. – 27. 8. 2009. Ed.: Z. Bochníček, Brno: MU. 2009, ISBN 978-80-210-5022-8, s. 128-132

Publikace na webu, na Portálu RVP

- [A31] *Fyzika v Praze aneb od pražského loktu k jadernému reaktoru*. [online]. 2000, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/puvodni-web/Clanky/FyzikavPraze/FyzikavPraze.htm>>
- [A32] Koudelková, I. *Heuréka – heuristická metoda ve fyzice*. Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2004, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z: <<http://www.rvp.cz/clanek/167/136>>
- [A33] Koudelková, I. *První Newtonův zákon*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2006, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/167/478>>
- [A34] Koudelková, I. *Elektromagnetismus*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2006, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/1/479>>
- [A35] Koudelková, I. *Měření délky*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2006, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/1/480>>
- [A36] Koudelková, I. *Přelévání plynu – 1. část*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2008, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/1818>>
- [A37] Koudelková, I. *Přelévání plynu – 2. část*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2008, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/1874>>
- [A38] Koudelková, I. *Písemná práce z matematiky*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2008, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/1883>>
- [A39] Koudelková, I. *Dobrovolné domácí úkoly z fyziky*, Metodický portál Výzkumného ústavu pedagogického v Praze, [online]. 2008, [cit. 13. 2. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/233/2020>>

Publikace ve sbornících mezinárodních konferencí

- [A40] Horáčková J., Koudelková, I. *Let's play with physics*. In: Sborník z konference Practical Work in Science Education, Copenhagen. 1998.

- [A41] Koudelková, I. *Project Heureka*. In: *Physics On Stage 2 – Project Summaries*. European Space Agency/ESTEC, Noordwijk. 2002, s. 66-67.
- [A42] Koudelková, I., Dvořák, L. *Heureka: Hands- and Minds-on Physics at School*. In: *Proceedings of the conference GIREP 2004, Ostrava, July 2004*, Ed. Mechlová E., Univerzita Ostrava. 2004, ISBN 80-7042-378-1, s. 209-210
- [A43] Koudelková, I., Dvořák, L. *Heureka Project – for both Pupils and Teachers*. In: *Proceedings of the conference GIREP 2004, Ostrava, July 2004*, Ed. Mechlová E., Univerzita Ostrava. 2004, ISBN 80-7042-378-1
- [A44] Dvorak, L. a kol. *How to improve physics education in schools?* (Report on a research trying to find the way) In: *Proceedings of the conference GIREP 2008, University of Cyprus*. Nicosia. ISBN 978-9963-689-21-7
- [A45] Koudelková, I., Dvořák, L. *Heureka workshops 2003-2007. Non-traditional meetings of (not only Czech) physics teachers*. In: *Proceedings of the conference GIREP 2008, University of Cyprus*. Nicosia. ISBN 978-9963-689-21-7

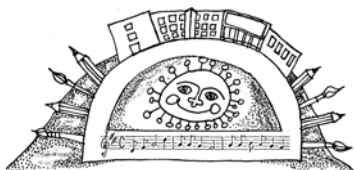
Přílohy

Seznam příloh

Příloha číslo	Název přílohy	Příloha se vztahuje ke kapitole číslo
1	Tematický plán učiva fyziky	9.2
2	Elektromagnetismus. Ukázka zpracování tematického celku	9.3
3	Dobrovolné domácí úkoly (článek [A2])	9.6 12.3
4	Úvodní test – seminář pro nové zájemce	10.1.2
5	Přehled témat – semináře pro nové zájemce	10.1.2
6	Zajímavá matematika aneb Božíme bariéry	10.1.2 15.3
7	Příklad programu semináře pro nové zájemce (1. a 2. seminář)	10.1.2
8	Zpětná vazba ze seminářů pro nové zájemce (1. a 2. seminář)	10.1.3 14.2
9	Zpětná vazba ze semináře <i>Aktivní práce se žáky</i>	14.2
10	Dílny Heuréky 2010 – program a anotace dílen	10.2
11	Kopie úvodní stránky wiki Heuréky	11.1
12	Co dělají učitelé fyziky o prázdninách? (článek [A5])	11.2
13	Problémové úlohy a experimenty (článek [A10])	12.3
14	Lawsonův test	13.2
15	Poster na konferenci GIREP 2009	15.2
16	Dotazníky pro učitele	14.1
	Vložené DVD – záznam hodiny výuky fyziky v 6. třídě	9.1

Příloha č. 1 – Tematický plán učiva fyziky

**Třída 6. C, školní rok 2010/11
2 hodiny týdně – 66 hodin za rok**



Výuka podle ŠVP SOUZNĚNÍ modifikovaná podle projektu
Heuréka na ZŠ a MŠ Červený Vrch, Alžírská 680, Praha 6

září

- vlastnosti látek pevných, kapalných
- magnety – základní vlastnosti

říjen

- magnetické pole
- vzduch, vlastnosti látek plyných
- píst, model parního stroje
- měření síly
- elektrostatika – úvod

listopad

- vahadlo
- měření délky
- elektrostatická indukce

prosinec

- měření času
- kyvadlo, závislost počtu kmitů/s na délce závěsu - graf
- měření objemu

leden

- měření hmotnosti
- váhy – různé typy
- princip pumpy, zařízení na čerpání vody

únor

- hustota, výpočet hustoty
- plavání těles
- teplotní délková a objemová roztažnost, bimetal

březen

- teploměry
- gravitace, gravitační síla

duben

- tabulka fyzikálních veličin
- jednoduché elektrické obvody

květen

- složitější elektrické obvody
- různé typy spínačů
- princip kapesní svítilny

červen

- opakování a procvičení učiva

V Praze 7. září 2010

Irena Dvořáková

Příloha č. 2 – Elektromagnetismus. Ukázka zpracování tematického celku

Nutné pomůcky a prostředky:

Pro každou skupinu: vodiče, kus ohebného drátu, plochá baterie, krokosvorky, busola, 2 silnější magnety, 2 různobarevné svítivé diody, motorek (který lze použít i jako generátor).

Doporučené pomůcky a prostředky:

Pro každou skupinu: galvanometr a motor (který je současně i generátorem stejnosměrného i střídavého proudu) ze žákovské soupravy Elektřina a magnetismus, 2 malé reproduktory (nejsou-li reproduktory k dispozici pro každou skupinu, mohou se skupiny při jejich využití vystřídat).

Pro demonstrační experimenty: silnější zdroj stejnosměrného proudu (autobaterie, školní zdroj, apod.), železné piliny, drát, případně cívka pro demonstraci indukčních čar, demonstrační měřicí přístroj s průhledným okénkem, kterým je možné pozorovat otáčení cívky s ručičkou při měření proudu nebo napětí.

Úvod a východiska:

S elektřinou a magnetismem se děti setkávají již od mala. I předškolák umí rozsvítit lampičku, zapnout televizi, většinou si již někdy hrál s malými magnety. V průběhu prvních let školní docházky se jeho znalosti rozšiřují, a to hlavně v běžném životě, nejen ve škole. Dozvídá se něco o zdrojích elektřiny (umí vyměnit baterii v baterce, ví, že nemá sahat do zásuvky), zjišťuje základní elektrostatické vlastnosti látek (hraje si s obalem na sešity, kterým zvedá vlasy, občas dostane „ránu“, když se dotkne dveří při vystupování z auta), učí se používat kompas, atd.

Ve škole začíná systematická výuka elektřiny a magnetismu v šesté třídě, v osmé nebo deváté třídě se pak tyto poznatky opakují a rozšiřují.

Uvedený tematický celek začíná „historickým okénkem“, v němž učitel společně s žáky hledá historické kořeny elektromagnetismu. Výuka probíhá formou rozhovoru učitele s žáky, neboť žáci již z předchozích hodin fyziky, z dějepisu, encyklopedií a dalších zdrojů značné množství fakt znají, je potřeba je jenom naformulovat a zasadit do souvislostí.

Návrh sledu doporučených experimentů, úkolů a úvah:

1. Historické „okénko“

Nejdříve se učitel ptá žáků, co vědí o historii magnetismu – kdy byly známy magnetické vlastnosti některých hornin, kdy a kde se poprvé začal používat kompas. Žáci většinou vědí, že první poznatky magnetismu byly objeveny ve starověké Číně, že Číňané dokonce používali kompas k navigaci lodí. Kompas se objevil mezi lety 475–221 př. n. l. jako přístroj ve tvaru lžice, k jihu mířila naběračka. Magnetit se umístil na hladkou desku způsobem, který umožnil pohyb držátka lžice podle zemského magnetického pole. Tyto poznatky představují **první historický „kořen“ elektromagnetismu**.

Dále učitel klade žákům otázky týkající se historie elektrostatiky. Žáci se obvykle při výuce dějepisu již dozvěděli, že první pokusy z elektrostatiky pocházejí ze starého Řecka, učitel případně doplňuje další informace. Thales z Milétu kolem roku 600 př.n.l. objevil, že třením se jantar dostává do zvláštního stavu, který se projevuje přitahováním lehkých předmětů. Také název elektron pochází z řečtiny a znamená jantar. V novověku

v 16. století zopakoval pokusy s jantarem Angličan Gilbert a ukázal, že kromě jantaru je možné elektrovat i mnoho jiných předmětů. Elektrické odpuzování objevil kolem roku 1660 Otto von Guericke a teprve roku 1734 Du Fay objevil existenci dvou druhů elektřiny. V roce 1785 Coulomb formuloval zákon popisující vzájemné silové působení nabitých těles. Tak vznikl **druhý „kořen“** poznatků vedoucích k elektromagnetismu.

V roce 1789 začal nový úsek v dějinách elektřiny. Italský lékař Luigi Galvani pozoroval trhavé pohyby žabích stehýnek při jejich kontaktu se dvěma různými kovy. Díky Alessandro Voltovi a jeho článkům začala elektřina vykonávat skutečnou práci. Byly objeveny zákony elektrického proudu a elektřina začala být široce využívána. Tento **třetí „kořen“** úzce navazuje na elektrostatiku.

Na závěr této části hodiny učitel zdůrazní, že až do začátku 19. století však byl zcela oddělený magnetismus a elektřina. Teprve díky experimentům dánského fyzika Hanse Christiana Oersteda provedeným v letech 1819-1820 byly objeveny magnetické účinky elektrického proudu.

2. Magnetické pole v okolí vodiče

Po krátkém historickém přehledu se žáci rozdělí do skupin a začínají experimentovat. Žáci pracují pokud možno ve dvojicích, není-li to možné z hlediska množství pomůcek, vytvoří čtveřice. Každá skupina má k dispozici potřebné pomůcky a plní následující úkoly. Učitel zadává úkoly postupně, před zadáním dalšího úkolu nechá některé žáky shrnout získané poznatky, které si všichni zapíší do sešitu.

V následujícím textu uvádím jednotlivé kroky, podle kterých může vyučující při práci se žáky postupovat. Komentuji také experimenty nebo myšlenkové postupy, které žáci obvykle provádějí, a závěry, ke kterým docházejí.

2.1 Oerstedův pokus – proud ve vodiči ovlivňuje střelku kompasu.

Žáci dostanou za úkol zjistit pomocí kompasu tvar siločar magnetického pole vodiče s proudem. (Pozn. v dalším textu používám tvar siločára místo fyzikálně přesnějšího termínu indukční čára. Podle mých zkušeností je tento termín pro žáky srozumitelnější.)

Z předchozích hodin žáci vědí, že mohou zjistit tvar siločar magnetu pomocí kompasu. Stejnou metodu teď přirozeně použijí i při řešení tohoto úkolu. Pokud by si žáci nevěděly rady s nejvhodnějším uspořádáním experimentu, může jim učitel poradit, aby zkusili pokládat kompas nad vodič a pod vodič tak, aby byla střelka vždy rovnoběžná s vodičem bez proudu. Potom na okamžik sepnou proud k ploché baterii do zkratu. Sledují směr pohybu střelky v obou případech. Pak obrátí směr proudu a pokus opakují.

V průběhu experimentu žáci pozorují, že střelka kompasu položeného nad vodičem se při daném směru proudu otočí jedním směrem, pod vodičem se otočí opačným směrem. Z těchto experimentů žáci již mohou udělat závěr, že siločáry mají tvar orientovaných soustředných kružnic uzavřených kolem vodiče. V některých třídách na to přijdou samy téměř všechny skupiny, v některých třídách je třeba skupinám trochu pomoci, např. tím, že jim učitel ještě jednou připomene znalosti z magnetismu – siločára je uzavřená a orientovaná křivka. Potom učitel požádá žáky, aby mu pomocí busoly dokázali tvar siločar „na boku“ vodiče, nejen nad ním a pod ním (busola neukazuje směr nahoru a dolů). Je třeba, aby žáci udělali myšlenkový krok, při kterém si uvědomí, že stačí umístit vodič vertikálně. Při této poloze vodiče již mohou vodič busolou „objet“.

Při všech úvahách a experimentech je třeba uvažovat vliv magnetického pole Země. (Je třeba umístit kompas dostatečně blízko vodiče, ve velké vzdálenosti již pokus není průkazný.)

Žáci z výše uvedených experimentů mohou udělat také závěr, že siločáry tvoří šroubovici otočenou kolem vodiče. Pokud si uvědomíme výsledek skládání magnetického pole vodiče a Země, může být jejich odpověď vlastně správná a odpovídající realitě. Doporučuji je za jejich úvahy pochválit a říci jim, že magnetické pole samotného vodiče má tvar orientovaných kružnic.

Má-li učitel k dispozici silný zdroj stejnosměrného proudu, můžete na okamžik zapojit vodič (umístěný vertikálně) do zkratu k tomuto zdroji a znázornit tvar siločar vodiče pomocí železných pilin, nasypáných na vhodnou podložku (např. čtvrtku papíru), kterou je vodič provlečen.

2.2 Magnetické pole smyčky a cívky

Nejdříve učitel položí žákům otázku, jaký směr mají šípky u orientovaných kružnic, jestliže uděláme z vodiče smyčku. Žáci si vezmou do ruky vodič a z prstů udělají kroužky kolem něj, znázorňující orientované kružnice siločar magnetického pole. Potom uvažují, zda šípky uvnitř smyčky mají stejný směr (síly se sčítají) nebo opačný směr (síly se odčítají). Dojdou k závěru, že síla uvnitř smyčky je větší, neboť příspěvky částí vodiče se sčítají.

(Poznámka: Pro jednoduchost a názornost zde mluvíme o silách, protože s jejich skládáním mají děti zkušenosti. V případě magnetického pole by, striktně vzato, šlo o sílu, již pole působí na magnetický monopol, což dětem ovšem neříkáme.)

Učitel dále nechá žáky přemýšlet o tom, jak získat silnější magnetické pole vodiče s proudem. V rozhovoru je dovede k závěru, že je možné buď použít silnější proud ve vodiči, nebo namotat z vodiče několik smyček – tedy vytvořit cívku, nebo použít feromagnetické jádro.

Žáci si pak z vhodného vodiče namotají cívku (přibližně 10 – 20 závitů), připojí ji (na krátkou dobu) do zkratu k ploché baterii a pomocí buzoly zkoumají tvar magnetického pole cívky. Má-li učitel možnost, může demonstrovat tvar siločar nasypáním železných pilin kolem cívky, zapojené k silnému zdroji proudu. Děti obvykle samy udělají závěr, že magnetické pole cívky je hodně podobné magnetickému poli tyčového magnetu.

2.3 Využití magnetického pole vodiče s proudem v technické praxi

Žáci dostanou za úkol vymyslet, jaké zařízení využívá toho, že v okolí vodiče s proudem vzniká magnetické pole. Děti si často uvědomí, že znají elektromagnet, který se používá např. při třídění kovového odpadu. Jako dobrovolný domácí úkol mohou elektromagnet vyrobít (stačí jim k tomu silnější hřebík, vodič a plochá baterie) a použít ho třeba k vyndání ocelového šroubku zapadlého mezi parkety

3. Vzájemné působení magnetu a vodiče s proudem

3.1 Chování vodiče a cívky mezi dvěma trvalými magnety

Učitel řekne žákům, aby vložili tenký vodič mezi dva přitahující se trvalé magnety, na okamžik zapojili proud do vodiče a sledovali pohyb vodiče. Potom žáci mohou otočit směr proudu ve vodiči, případně obrátit oba magnety a pozorovat výsledek těchto variant pokusů. Žáci pozorují, že se vodič pohybuje směrem ven z prostoru mezi magnety.

Potom žáci zavěsí cívku namotanou z tenkého drátu tak, aby se mohla volně otáčet. Z boku k ní přiloží dva přitahující se trvalé magnety a zapojí přívod proudu. Pozorují natočení cívky a případně její přiskočení k magnetu.

3.2 Využití pozorovaného jevu v praxi

Učitel nechá žáky prozkoumat princip jednoduchých přístrojů, které využívají výše uvedený jev. Jedná se například o školní galvanometr (malý magnet s připevněnou ručičkou se vkládá do cívky), motorek, demonstrační měřicí přístroj, reproduktor.

4. Shrnutí poznatků a vytvoření hypotézy

Učitel ukáže žákům, že z předchozích experimentů můžeme sestavit dvě „rovnice“

Proud + (pohyb) \longrightarrow magnet

Magnet + proud \longrightarrow pohyb

(Pozn. V první rovnici je slovo pohyb v závorce, neboť pohyb je vlastně již přítomen ve slově proud, tj. uspořádaný pohyb nábojů. Z důvodu symetrie ho však v rovnici uvádím.)

Položí žákům otázku, zda můžeme uvažovat, zda by platila i třetí „rovnice“

Magnet + pohyb \longrightarrow proud

Pak nechá žáky navrhopvat, jaký bychom museli provést experiment, abychom ověřili, zda tato „rovnice“ platí.

Odbočka pro nedůvěřivé učitele a zvědavé žáky a studenty:

Výše uvedené „rovnice“ lze napsat i pomocí vzorců klasické fyziky. Tím se již ovšem dostáváme až na středoškolskou či úvodní vysokoškolskou úroveň. To, že proud budí magnetické pole, plyne z jedné z Maxwellových rovnic; působení magnetu na proud (tedy na pohybující se náboje) zas popisuje Lorenzova síla. Skutečnost, že při pohybu magnetu u proudové smyčky se ve smyčce indukuje napětí (a při uzavření obvodu proud), je dána Faradayovým zákonem elektromagnetické indukce, tedy vlastně také jednou z Maxwellových rovnic...

5. Elektromagnetická indukce

5.1. Úvodní experimenty

Žáci zřejmě navrhnou experiment, při kterém budou hýbat magnetem kolem vodiče, připojeného k ampérmetru. Má-li učitel dostatečně citlivý ampérmetr a silný magnet, je možné, že bude výchylka pozorovatelná. (Potřebná citlivost je na úrovni mikroampérů.) Pravděpodobnější však je, že bude muset žáky dovést k tomu, že je vhodnější použít k tomuto experimentu cívku. Žáci sledují pohyb ručičky měřáku (při pokusu je vhodné použít ampérmetr s nulou uprostřed) v závislosti na pohybu a vlastnostech magnetu a cívky (mohou měnit rychlost pohybu magnetu, vzdálenost od cívky, sílu použitého magnetu, počet závitů cívky, použít jádro, apod.). Přitom popisují, na čem závisí indukovaný proud. Všímají si také toho, že se ručka měřáku pohybuje na obě strany od nulové hodnoty, čili proud jde „tam a zpět“. Stále se jedná pouze o kvalitativní pokusy.

5.2. Základní pojmy, závěry z pozorování

Po úvodních experimentech učitel shrne společně s dětmi získané poznatky, zavede a vysvětlí pojmy elektromagnetická indukce (indukce = vzbuzení, lze srovnat se známým jevem elektrostatické indukce), střídavý proud. Žáci by měli být schopni odpovědět na otázku, proč ampérmetr neukazuje výchylku, když je magnet sice uvnitř cívky, ale v klidu.

5.3. Využití elektromagnetické indukce v praxi

Učitel nechá žáky vyrábět indukované napětí (a proud) pomocí generátoru nebo motorku zapojeného jako generátor a vlastní silou tak rozsvítit žárovku nebo svítivou diodu.

Má-li učitel k dispozici generátory ze školní žákovské soupravy, může nechat žáky zapojovat svítivé diody k jednomu či druhým zdírkám a pozorovat rozdíly mezi střídavým a usměrněným proudem.

Žáky bude také zajímat telefon vyrobený pouze propojením dvou reproduktorů (přičemž při rozhovoru funguje jeden reproduktor jako mikrofon).

6. Další experimenty, propojování získaných poznatků

Učitel ukáže žákům níže uvedené experimenty (a libovolné další, které zná), nechá žáky vysvětlovat princip, hledat aplikaci tří „rovníc“, o kterých dříve společně v hodinách mluvili.

Při prvním experimentu učitel zavěsí na nit uzavřený kovový prstýnek z nemagnetického materiálu (stříbro, zlato, mosaz, apod.). Bude-li pohybovat silným magnetem blízko prstýnku, prstýnek se začne natáčet nebo kývat.

Při následujícím experimentu navlékne dvě cívky na společné jádro. K jedné cívice připojí přes spínač plochou baterii, ke druhé ampérmetr. Žáci vysvětlují jevy, které pozorují při zapnutí, průchodu a vypnutí proudu.

7. Střídavý proud

Dle vlastní úvahy a časových možností může učitel pokračovat ve výkladu vlastností střídavého proudu, uvést princip transformátoru, indukční pece, Rumkhorffova induktoru, atd., případně ve výkladu dojít až k třífázovému proudu.

Závěr

Podle našich zkušeností jsou žáci poté, co projdou výukou vedenou uvedeným způsobem, schopni vysvětlit fyzikální principy, na kterých jsou založeny různé elektrické spotřebiče, které znají z praxe. Jsou také schopni použít poznatky získané v popsané části tematického celku při další výuce, uvedené v bodu 7.

Příloha č. 3 – Dobrovolné domácí úkoly z fyziky (článek [A2])

Asi každý z učitelů dává dětem domácí úkoly a děti je více či méně ochotně vypracovávají. Chcete-li dosáhnout toho, aby děti s radostí vítaly zadání domácího úkolu, zkuste metodu, kterou mám již mnoho let vyzkoušenou v rámci projektu Heuréka.

Domácí úkoly z fyziky, které svým dětem zadávám, jsou zásadně dobrovolné. Nejsou to tradiční úkoly – nauč se, vypočítej příklad, apod., ale snažím se, aby to byly problémy pro děti zajímavé. Jejich obsahem může být:

- Navržení pokusu, kterým se ověří nějaká hypotéza nebo se rozhodne mezi několika hypotézami

Příklad: Na začátku tématu Elektrické obvody je užitečné nechat děti přemýšlet o tom, jestli v jednoduchém elektrickém obvodu (baterie, vodiče, žárovka) svítí žárovka proto, že tam „něco“ běhá dokola a rozsvítí to žárovku, nebo jestli z baterie jdou z jedné strany „plusy“ a z druhé strany „mínusy“ a tam, kde se setkají, tam to svítí. Pokud Vám řešení připadá samozřejmé a předpokládáte, že to budou šestáci všichni vědět, zkuste tento problém zadat ve své třídě.

Domácí úkol tedy může být zadán např. takto: „Navrhni experiment, kterým rozhodneš, jestli se jednoduchý elektrický obvod chová jako čerpadlo s trubkami a vodním mlýnkem, kde teče voda stále dokola, nebo jako svářečská souprava, kde z bomb jde jednou hadicí kyslík a druhou hadicí jiný plyn, v trysce se setkají a hoří. K řešení nepotřebuješ nic jiného, než baterie, žárovky a vodiče.“ (řešení viz /1/)

Mohu-li Vám doporučit, zkuste si bez nahlížení do řešení sami vyřešit tento i následující úkoly.

- Provedení domácího experimentu, jeho popis, případně vysvětlení

Příklad: Při probírání vlastností kapalin v 7. třídě bývá velmi úspěšný a oblíbený tento domácí úkol: „Do vyšší užší nádoby nalij opatrně různé kapaliny, nejlépe různobarevné (sirup, šampon, olej, Jar, obarvenou vodu, apod.) Pozoruj vznik několika oddělených vrstev. Do nádoby pak vhod' různé malé předměty (kuličku vína, rozinku, kostičku z Lega, pecku ze švestky, apod.) a pozoruj, na které hladině jednotlivé věci plavou. Výsledek pokusu nakresli a popiš.“

Do stejného tématu patří i další domácí úkol, jehož provedení je jednoduché, ale jehož vysvětlení je pro děti mnohem obtížnější. „V bazénu plave loď s kotvou na palubě. Na zdi bazénu označíme, do jaké výšky sahá voda. Potom vhodíme kotvu do vody. Pokusem rozhodni, zda se hladina vody v bazénu zvýší, sníží nebo zůstane stejná. Popiš a zkus vysvětlit pozorovaný efekt.“ /2/

- Vymyšlení nějakého zařízení

Při probírání tepelných strojů, poté, co už děti znají princip pístu, dostávají tento úkol. „Navrhni zařízení, které převede pohyb pístu „dopředu a dozadu“ na pohyb „dokola“, který potřebujeme např. pro pohon kol.“ /3/

Ve fyzice se ale děti setkají i s pohádkou. V kapitole, týkající se tlaku vzduchu a tlaku vody, děti zjistí, že obyčejná pumpa na principu injekční stříkačky nemůže vytáhnout vodu do větší výšky, než do deseti metrů. Pak začnu vyprávět pohádku. „Za devatero horami a devatero řekami žil byl jeden král a ten byl moc smutný. Proč mohl být ten král smutný?“ (Děti napovídají) „Ba ne, neměl ani draka v království, ani silného nepřítele na hranicích. Měl jiný problém. Měl zámek na kopci a v zámku moc hlubokou studnu. I když si pozval nejlepší pumpaře z království, tak žádná pumpa nefungovala. Ve studni sice bylo vody

dost, ale na povrch ji dostávali tak, že do studny vhodili vědro přivázané na provaze a rukama ho vytahovali nahoru. V zámku tedy bylo málo vody a král byl z toho moc smutný. Zkuste navrhnout a nakreslit různá zařízení, kterými byste pomohli smutnému panu králi.“ (Dětem je ještě třeba připomenout, že nemohou použít elektrické čerpadlo.)/4/

- Vyrobení nějakého přístroje

Děti mohou vyrábět např. hodiny (přesýpací, vodní, ohňové, svíčkové, atd.), váhy, siloměr, hustoměr, teploměr (či spíše indikátor změny teploty – kapalinový, vzduchový, ale mám i bimetalový), hudební nástroje, atd.

V kabinetě mám už docela slušnou sbírku dětských výrobků, některé velmi originální.

- Vymyšlení nějaké úlohy

Tento typ domácích úkolů se hodí v 7. třídě k tématu Pohyb. Děti mohou jednak vymýšlet zadání úloh o pohybu /5/, jednak vymýšlet příběh k zadanému grafu závislosti dráhy na čase (na osách přitom nejsou jednotky, jde pouze o tvar lomené čáry či čar – příběh se tedy může týkat jak šneků na výletě, tak závodů F1).

- Získání nějaké dovednosti

Na začátku 6. třídy, když zkoumáme vlastnosti látek, tak si dost hrajeme se svíčkami. Děti tedy dostávají úkol: „Nauč se zapalovat svíčku na dálku na co největší vzdálenost. Můžeš vyzkoušet i různé svíčky.“/6/ (Děti samozřejmě dostávají současně pokyn, aby pracovaly pouze pod dozorem rodičů.)

Role rodičů je u těchto domácích úkolů také zajímavá. Vůbec mi nevadí, když rodiče dětem s něčím pomáhají, spíše naopak. Myslím si totiž, že příležitostí k společnému bádání s rodiči nad nějakým problémem mají dnešní děti velmi málo. A navíc u těchto úkolů nehrozí situace, že by rodiče za děti úkol udělali (jen proto, aby dítě dostalo jedničku) a dítě vůbec nevědělo, o co jde.

Důležitou součástí všech domácích úkolů je také jejich prezentace. Děti u tabule předvádějí spolužákům, jak fungují jejich hodiny, kreslí na tabuli, jak by pomohly smutnému panu králi, povídají o tom, jak slévaly kapaliny a co kde plavalo, atd.

V projektu Heuréka se snažíme učit tak, abychom látku nevykládali, aby si fyzikální poznatky a zákonitosti děti objevovaly samy na základě experimentů a různých problémů. Proto i domácí úkoly zadáváme tak, aby jejich řešení bylo zajímavé, aby k němu děti mohly přistupovat tvořivě, aby si i doma mohly s fyzikou hrát. Zkušeností i výsledků už máme poměrně dost, neboť projekt běží už více než 10 let a je v něm zapojeno několik desítek učitelů či studentů učitelství.

Pokud byste se chtěli o našem způsobu výuky dozvědět více, přijít se podívat do třídy, případně se do projektu zapojit, ozvěte se mailem na adresu: koudelkova@zscvrch.cz. Rádi Vás přivítáme mezi sebou.

Řešení domácích úkolů:

(Uvádím „standardní“ řešení, i když děti mnohdy vymyslí originální řešení, které mne nenapadlo. To je samozřejmě také dobře.)

/1/ - Úloha má dvě řešení. Jednak je možné do obvodu sériově zapojit dvě žárovky a zjistí se, že svítí obě. (Při svařování ale není možné svařovat na dvou místech současně.) Ve druhém řešení vezmeme dvě baterky, jednu zapojíme z plus pólu, druhou z mínus pólu. Zjistíme, že žárovka nesvítí. Model sváření tedy není správný.

Příloha č. 3 – Dobrovolné domácí úkoly.

/2/ - Hladina klesne. Kotva v loďce plave, proto musí vytlačit tolik vody, kolik váží. Kotva na dně vytlačí tolik vody, jaký má objem. (Přesnější vysvětlení pomocí Archimedova zákona.)

/3/ - Děti obvykle vymyslí klikový převod, často i hřebenový převod. Je třeba jim ukázat konkrétní zařízení, která tyto převody využívají.

/4/ - Různých možných řešení je hodně. Příklady: rumpál, nekonečný pás s kbelíky, kaskáda pump, Archimedův šroub, tlaková pumpa (píst tlačí na hladinu, vytlačuje vodu trubicou nahoru), atd. Vaše děti jistě vymyslí i další.

/5/ - Příklad jedné úlohy, jejímž autorem je sedmák: Jistě víte, že Baron Prášil cestoval na dělových koulích. Jednou se chtěl také podívat na situaci na bojišti z výšky, proto se nechal vystřelit s dělovou koulí ze zámku. Koule letěla rychlostí 6 km/min. O dvě minuty později vystřelili z nepřátelského tábora, vzdáleného 28 kilometrů, jinou kouli, která letěla směrem k zámku rychlostí 10 km/min. Ve chvíli, kdy se obě koule míjely, Baron Prášil si přisedl a vrátil se zpět. Vypočítej, kdy a jak daleko od zámku přisedal, a jak dlouho byl pryč.

/6/ - Při rychlém sfouknutí svíčky z ní ještě chvíli stoupá „dým“ (vosková pára), který je možné pomocí hořící špejle z několika centimetrové vzdálenosti zapálit.

Příloha č. 4 – Úvodní test – seminář pro nové zájemce

1. Na páce, která je v rovnováze, jsou zavěšena dvě závaží stejné hmotnosti, jedno z hliníku, druhé z olova.
 - a) Nakreslete obrázek zachycující tuto situaci.
 - b) Poruší se rovnováha, jestliže obě závaží ponoříme současně do vody?
 - c) Jak by se změnilo zavěšení závaží, kdyby se jednalo o závaží téhož objemu? Jaká by byla odpověď na otázku b)?
2. Na rovném drátu uděláme na jednom konci smyčku a drát zavěsíme v těžišti. Budou obě části drátu stejně těžké, jestliže drát v místě závěsu přeštípnete? Zdůvodni.
3. Automobil o hmotnosti 2500 kg jede do kopce po dobu 2 minut rychlostí 50 km/h. Jeho momentální pozici po 1 minutě zachycuje obrázek. Zakreslete do obrázku výslednici všech sil, působících na automobil. (viz obr.)



4. Nakresli chod paprsku po průchodu čočkou (je daná lupa, umístění jejích ohnisek, paprsek není žádný z význačných). (viz obr.)
5. Vyber a zdůvodni správnou odpověď: Jestliže Měsíc couvá, je zastíněna Zemí
 - a) jeho levá část (z pohledu ze Země)
 - b) jeho pravá část
 - c) ani jedna odpověď není správně
6. Ponoříme-li olovnici do hrnce, který je do poloviny naplněn vodou, tak provázek s hladinou svírá pravý úhel. Když hrncem nakloníme, tak bude provázek s hladinou svírat úhel: a) menší než 90° , b) velikost úhlu závisí na náklonu hrnce, c) pravý úhel, d) větší než 90° . Vyber a zdůvodni správnou odpověď.
7. Žížala vydrží natahování silou 2,5 N. Kuře má sílu 1,5 N. Přetrhne se žížala, když
 - a) ji tahá jedno kuře ze země
 - b) se o ní přetahují dvě kuřata?
8. Bimetalový proužek je vyroben z mědi a oceli. (Měď se zahříváním roztahuje více než ocel.) Je možné, aby se tento proužek „sám“ ohnul směrem k bodu A? Zdůvodni odpověď.



9. Navrhni schéma zapojení zařízení, které bude automaticky hlídat, aby hladina elektricky vodivé kapaliny v nádrži neklesla pod stanovenou hodnotu. Když hladina klesne, měl by začít zvonek, který přivolá obsluhu.
10. Jak může existovat v přírodě radon, který má poločas rozpadu 3,8 dne? Jak to, že už se dávno všichni nerozpadli?

Příloha č. 5 – Přehled témat – Semináře pro nové zájemce

Rámcový přehled témat výuky (součástí každého tématu je jednak část věnovaná vlastní výuce, jednak část věnovaná metodickým komentářům): Jeden blok odpovídá jednomu víkendovému semináři.

1. blok Základní vlastnosti látek, měření fyzikálních veličin
 - Vlastnosti látek pevných, kapalných, plynných
 - Magnetické vlastnosti látek
 - Měření fyzikálních veličin 1. část – délka, hmotnost, čas
 - Elektrostatika
 - Základní principy metodiky výuky fyziky podle projektu Heuréka

2. blok Gravitační síla, Elektrické obvody, Kinematika hmotného bodu
 - Měření fyzikálních veličin 2. část – objem, síla, teplota, hustota
 - Kyvadlo – laboratorní práce, rozbor
 - Gravitační síla
 - Jednoduché elektrické obvody
 - Kinematika hmotného bodu
 - Řešení úloh o pohybu pomocí grafů

3. blok Dynamika hmotného bodu
 - Další problémy týkající se témat Vlastnosti látek, Měření fyzikálních veličin
 - Síly, skládání sil
 - Jednoduché stroje
 - Tlak
 - Dynamika hmotného bodu (Newtonovy zákony)
 - Aplikace Newtonových zákonů v praxi

4. blok Vlastnosti kapalin a plynů
 - Mechanické vlastnosti kapalin a plynů – základní vlastnosti
 - Hydrostatický tlak
 - Pascalův zákon
 - Archimédův zákon
 - Laboratorní práce k danému tématu
 - Technické aplikace

5. blok Optika
 - Další problémy týkající se Newtonových zákonů a vlastností kapalin
 - Světlo – základní vlastnosti
 - Zobrazování zrcadly – rovinná, kulová
 - Zobrazování pomocí čoček
 - Lom světla
 - Optické přístroje

6. blok Mechanická práce, výkon, energie, teplo
 - Mechanická práce
 - Mechanický výkon

- Energie a její přeměny
- Vnitřní energie, teplo
- Změny skupenství
- Ukázka využití měřicích sond propojených s počítačem při frontální výuce a laboratorních pracích (formou wokshopu)

7. blok Částicová a jaderná fyzika

- Historie objevování částicového složení látek
- Základní informace o částicové a jaderné fyzice
- Standardní model atomu
- Principy urychlovačů
- Informace o účasti ČR v laboratoři CERN
- Laboratorní úlohy k tomuto tématu
- Informace o besedách a materiálech ČEZ použitelných ve školách

8. blok Elektromagnetismus, Astronomie

- Opakování poznatků z elektřiny a magnetismu
- Magnetické pole vodiče s proudem
- Vzájemné působení magnetu a vodiče s proudem
- Elektromagnetická indukce
- Užití uvedených jevů v technické praxi
- Historie poznávání Vesmíru
- Země ve Vesmíru, Sluneční soustava
- Kosmologie, současný stav poznávání Vesmíru

9. blok Vlnění a akustika

- Kmitání a vlnění
- Zdroje zvuku a jejich vlastnosti
- Fyzikální veličiny související s vlněním a akustikou
- Měření rychlosti zvuku různými metodami
- Využití počítačů, software použitelný v akustice

10. blok Polovodiče

- Měření charakteristik polovodičových diod, diskuze vlastností různých typů LED
- Nácvik pájení a zapojování obvodů na destičkách s pájecími body
- Diody a usměrňování elektrického proudu
- Transistor jako spínač
- Transistor jako zesilovač
- Další polovodičové součástky
- Výroba jednoduchých pomůcek s polovodičovými součástkami
- Možnosti využití vyrobených pomůcek při výuce
- Závěr celého souboru kurzů, nabídka možnosti zapojení do dalších seminářů v projektu Heuréka

Příloha č. 6 – Zajímavá matematika aneb „Boříme bariéry“

(Příspěvek byl přednesen na konferenci *Ani jeden matematický talent nazmar*, Hradec Králové 2003, a publikován ve sborníku této konference.)

Ve svém příspěvku Vám chci ukázat některé netradiční úlohy a problémy. Nejsou to úlohy nové, možná jste se s nimi (či s jejich částmi) setkali během svého studia či v nějakých sbírkách zajímavých úloh. Mám však zkušenost, že hodně učitelů z praxe je nezná, nikdy je sami neřešili. Věřím, že budou zajímavé i pro vás – ať už samotné jejich řešení, nebo (pokud již úlohy znáte) metodické komentáře a moje zkušenosti se zadáváním těchto úloh. Článek jsem se proto snažila psát tak, abyste formulace jak úloh, tak řešení mohli přímo použít ve své práci s dětmi.

Přestože se jedná o úlohy, které přesahují látku základní školy, domnívám se, že je vhodné úlohy tohoto typu do učiva matematiky zařazovat – třeba při suplování, v předvánočních a předprázdninových hodinách apod. Při jejich řešení musí děti tvořivě uvažovat, hledat netradiční řešení, „bořit bariéry“, které si ve svých hlavách v průběhu života vybudovaly.

Proto prosím i Vás – čtenáře mého příspěvku – abyste úlohy aktivně řešili, abyste nepřeskočili rovnou k výsledkům, neboť se tím sami připravíte o jejich kouzlo, o radost z překonání svých vlastních bariér.

Problém č. 1: Devět bodů

K tomuto problému potřebujete pouze papír a tužku na kreslení a list papíru na zakrytí další části úlohy. Přečtěte si prosím vždy úkol, zakryjte si pokračování s náповědou a pokuste se úlohu vyřešit. Pokud se vám ani po delším snažení nepodaří úkol vyřešit, přečtěte si náповědu. Věřím, že další část úlohy – řešení – budete potřebovat pouze pro kontrolu svého výsledku.

Základní obrazec, o kterém se v úlohách mluví, je složen z devíti bodů, uspořádaných do čtverce 3 x 3.



Nakreslete si prosím tento obrazec, zakryjte si spodní část stránky a zkuste první úkol:

1. úkol

Spojte těchto devět bodů **pěti** rovnými čarami jedním tahem.

Řešení 1. úkolu:

Úloha je velmi jednoduchá, jistě se vám podařilo body jedním tahem spojit (například začít v jednom rohu a pokračovat po obvodě čtverce a poslední čarou spojit i poslední prostřední bod).

Pokračujeme dál. Posuňte si papír zakrývající text na další úlohu.

2. úkol

Spojte devět bodů v základním obrazci **čtyřmi** rovnými čarami jedním tahem.

Náповěda ke 2. úkolu:

Náповěda je velmi jednoduchá: „Máte dost velký papír.“

Řešení 2. úkolu:

Tento úkol je hodně obtížný, a pokud se vám ho podařilo vyřešit skutečně samostatně, bez předchozí znalosti řešení, tak vám gratuluji.

Při kreslení začněte například v pravém dolním rohu. První čára je úhlopříčka čtverce, druhou čáru ved'te vodorovně, ale přetáhněte ji za pomyslnou hranici čtverce a ukončete ji až jeden dílek za posledním bodem, třetí čáru ved'te šikmo doleva dolů, propojíte tak další dva body. Tuto čáru ukončete pod levým okrajem čtverce. Poslední – čtvrtou – čárou pak spojíte poslední dva body na levé straně čtverce.

Podařilo se? Pokračujeme tedy další úlohou.

3. úkol

Nakreslete si znovu základní obrazec, tentokrát si ale udělejte body trochu větší, spíše jako puntíky, aby se vám to lépe kreslilo. Těchto devět puntíků máte spojit **třemi** rovnými čarami jedním tahem.

Nápověda ke 3. úkolu:

Místo bodů máte teď puntíky, to je důležité.

Řešení 3. úkolu:

Udělejte jednu čáru, která bude začínat na levé části levého dolního puntíku a půjde nahoru mírně šikmo doprava přes horní dva puntíky. Protáhněte ji tak daleko, abyste druhou, opět mírně šikmou čarou, tentokrát však doprava dolů, spojili prostřední tři puntíky. Tuto čáru opět protáhněte dolů. Třetí šikmou čarou vedenou doprava nahoru pak spojíte zbývající tři puntíky. Získáte obrázek tří téměř rovnoběžných čar, které protínají nakreslené puntíky (ale nikoliv v jejich středu).

4. úkol

Znovu se vrátíme k bodům, nakreslete si opět základní obrazec 3 x 3 body. Těchto devět bodů máte tentokrát spojit **dvěma** čarami jedním tahem.

Nápověda ke 4. úkolu:

Přečtěte si znovu pozorně zadání.

Řešení 4. úkolu:

Vzhledem k tomu, že tentokrát není v zadání, že se má jednat o dvě rovné čáry, můžete začít kdekoliv, spojit nějaké body libovolnou křivou čarou, dle vlastní úvahy ji někde ukončit a pokračovat ve spojování zbývajících bodů druhou čarou.

5. úkol

Znovu si nakreslete obrazec 3 x 3 body. V této úloze je máte spojit **jednou rovnou** čarou jedním tahem. Existují minimálně tři, principiálně odlišná řešení. Pokuste se najít alespoň některá.

Nápověda k 5. úkolu:

Nápověda k jednomu řešení: „Kdybych ho dělala já na tabuli, tak by se na mne pan školník zlobil, vy to ale na papíře snadno zvládnete.“

Nápověda k dalšímu řešení: „Čáry se nemusí dělat jenom tužkou.“

Řešení 5. úkolu:

První způsob: Nějakým způsobem poničit papír – poskládat do harmoniky, aby se body dostaly na sebe; rozstříhat ho na proužky po třech bodech a položit je za sebou, apod.

Druhý způsob: Spojit body jednou tlustou čarou – štětcem, houbou, křídou položenou naplocho apod.

Třetí způsob: Změnit geometrii plochy papíru – stočit ho například do válcové plochy a body spojit spirálou, která je v této ploše skutečně rovnou čarou. Podobně si můžeme představit, že začneme kreslit vodorovnou čáru, kterou spojíme první tři body, pokračujeme dále po tabuli, po zdi a kolem zeměkoule, spojíme další tři body a oběhneme Zemi ještě jednou.

Rozbor Problému devíti bodů:

Vraťte se nyní k jednotlivým úlohám a rozmyslete si, co jste potřebovali k jejich úspěšnému vyřešení, co jste si museli uvědomit, jaké bariéry jste museli překonat.

Patrně dospějete zhruba k těmto závěrům:

1. úkol: Velmi jednoduchý, každý ho zvládne, není na něm nic složitého.
2. úkol: Je třeba překonat bariéru zdánlivého okraje čtverce, vyjít s kreslením do okolní plochy.
3. úkol: Je nutné si uvědomit, že čára nemusí jít středem puntíků, že se nejedná o bezrozměrné body.
4. úkol: Je potřeba poslouchat pozorně zadání, všimnout si toho, že se v zadání neobjevilo slovo „rovnými“.
5. úkol: Tentokrát je nutné buď překonat bariéru vzniklou zdánlivě neměnnou plochou papíru (první a třetí způsob), nebo bariéru, která ztotožňuje pojem čáry a přímky, a tím vylučuje možnost nakreslení tlusté čáry.

Zkuste si rozmyslet, jaké vlastnosti člověka rozvíjí tento typ úloh, v jakých povoláních asi budou podobné schopnosti potřeba.

Metodický komentář k Problému devíti bodů:

Pokud budete tento problém zadávat dětem, počítejte s tím, že vám jeho zadání, řešení a rozbor zabere prakticky celou vyučovací hodinu. Na začátku hodiny několikrát důrazně upozorněte děti, aby na vás nepokřikovaly doplňující otázky (např. ve čtvrté úloze „A paní učitelko, musí být ta čára rovná?“). Je velmi náročné této ukázněnosti dosáhnout (a to i tehdy, když se úloha zadává dospělým), pokud ale někdo vykřikne svůj nápad, zkazí řešení všem ostatním. Požadujte od dětí, aby v případě, že někdo objeví řešení úlohy, tak nevykřikoval, ale přihlásil se, vy k němu dojdete a potichu řešení zkontrolujete.

Doporučuji po zadání každé úlohy počkat tak dlouho, než úlohu vyřeší alespoň část třídy (případně během těchto několika minut pomoci dětem nápovědou). Pak teprve nechat někoho z úspěšných řešitelů nakreslit výsledný obrázek na tabuli a pokračovat další úlohou. U druhé úlohy se vám může stát, že nikdo z dětí v rozumném čase řešení neobjeví, a že ho budete muset nakreslit vy. Děti také mohou objevit řešení, které zde není uvedeno. Tuto situaci ale jistě zvládnete a jeho správnost posoudíte sami.

Po vyřešení všech pěti úloh je třeba s dětmi udělat výše uvedený rozbor. Je nutnou součástí tohoto problému, neboť je třeba, aby si děti svoje bariéry uvědomily, pokud se chtějí pokusit je bořit.

Úlohu jsem mnohokrát zadávala různým skupinám lidí. Od dětí v sedmé třídě, přes vysokoškoláky – studenty učitelství, až k učitelům z praxe. Jejich reakce se však prakticky nelišily. Jak děti, tak dospělí byli úlohami zaujati, často se stávalo, že požadovali, abychom ještě neříkali řešení, že chtějí ještě chvíli přemýšlet. Také při rozboru byli i sedmáci schopni najít své bariéry a poznat, že se jedná o problém, který rozvíjí tvořivost a další podobné

vlastnosti. V další diskusi děti ale také často hovořily o tom, že se s podobnými úlohami ve škole běžně nesetkávají, že se po nich často chce jen řešení obvyklých „školských“ úloh.

Problém č. 2: Möbiova páska

K řešení tohoto úkolu budete potřebovat papír, tužku nebo pastelku, lepidlo a nůžky (místo papíru a lepidla můžete použít také kancelářskou hnědou papírovou lepicí pásku).

1. úkol

Ustříhnete si proužek papíru, případně cca 20 cm lepicí pásky a nejdříve z něj udělejte prstýnek (zatím ale nic nelepte).

Rozmyslete si, kolik má tento prstýnek stran, kolik má hran.

Řešení 1. úkolu:

Jistě snadno zjistíte, že prstýnek má dvě strany, že ho můžete zevnitř nabarvit třeba červeně a zvenku modře. Stejně tak je vidět, že má také dvě hrany.

2. úkol

Jeden konec papíru, ze kterého jste vytvořili prstýnek, otočte o 180° a papír slepte. Získali jste jakýsi „přetočený“ prstýnek. Vezměte si tužku nebo pastelku a nakreslete **po jedné straně** proužku prostředkem čáru, jako kdybyste ho chtěli obarvit.

Řešení 2. úkolu:

Úkol je neřešitelný, není možné obarvit jen jednu stranu proužku, aby druhá zůstala čistá.

Znamená to tedy, že jste vyrobili objekt, který má jenom jednu stranu. Tento útvar objevil v 18. století Gaussův žák Augustus Möbius. Möbiova páska má ještě další zajímavé vlastnosti, které můžeme zkoumat.

3. úkol

Zjistěte, kolik má Möbiova páska hran.

Řešení 3. úkolu:

Páska má pouze jednu hranu.

4. úkol

Vezměte si nůžky a začněte Möbiovu pásku středem po celé její délce rozstříhovat. Ještě než tento úkol provedete, uvědomte si, co byste získali stejným rozstřížením prstýnku a pokuste se odhadnout, co získáte stříháním Möbiovy pásky.

Řešení 4. úkolu:

Rozstřížením prstýnku získáte dva užší prstýnky, stejně dlouhé jako byl původní. Podélným rozstřížením Möbiovy pásky však vznikne jediný kus pásky, která je přetočená o 360° a má dvojnásobnou délku. (Zjistěte, zda má tento kus pásky vlastnosti Möbiovy pásky nebo obyčejného prstýnku.)

5. úkol

Vyrobte si novou Möbiovu pásku. Začněte ji stříhat stejně jako předtím, ale tentokrát nikoli středem pásky, ale asi v jedné třetině od okraje. Pokuste se odhadnout, čím se bude výsledek lišit od předchozího případu.

Řešení 5. úkolu:

Získáte dva, navzájem propojené, různě dlouhé přetočené proužky, z nichž jeden bude Möbiovou páskou.

Budete-li mít chuť, můžete si vyzkoušet stříhat Möbiovu pásku v jedné čtvrtině, pětině, šestině, atd. a zkoumat její zákonitosti.

Metodický komentář k Problému Möbiovy pásky:

Tento problém otvírá dětem (ale i mnohým dospělým) pohled do zdánlivě zcela absurdního světa, kde neplatí zákony „zdravého selského rozumu“. Přesto však manipulací s Möbiovou páskou zjišťují, že se jedná o objekt z našeho, reálného světa, jenom na jeho vlastnosti nejsme zvyklí, překvapují nás.

Necháte-li děti hrát si s Möbiovou páskou, strávíte s nimi rušnou hodinu objevování, formulování hypotéz a jejich ověřování, přemýšlení o zcela nezvyklých věcech. Přála bych Vám i Vaším žákům tuto radost zažít.

Podrobnější (a matematicky přesnější) informace o Möbiově pásce a mnoha dalších matematických problémech získáte například v knížce Keitha Devlina „Jazyk matematiky“ s podtitulem „Jak zviditelnit neviditelné“, kterou vydala nakladatelství Dokořán a Argo v roce 2003.

Problém č. 3: „Různě velká“ nekonečna

K řešení tohoto problému budete potřebovat pouze psací potřeby a velkou dávku fantazie.

1. úkol

Nakreslete si několik koleček a několik čtverečků a rozmyslete si, jak malé dítě, které ještě neumí počítat, může poznat, jestli je koleček stejně jako čtverečků.

Řešení 1. úkolu

Dítě porovnává počet tak, že přiřazuje kolečkům čtverečky a zjišťuje, jestli něco zbude. Když může udělat dvojice a nic nezbude, prohlásí, že koleček je stejně jako čtverečků.

V dalších úlohách budeme používat slovo **stejně** ve výše uvedeném smyslu. Matematicky to vyjádříme tak, že můžeme-li udělat vzájemně jednoznačné přiřazení prvků jedné množiny prvkům druhé množiny, řekneme, že mají stejný počet prvků. Pokud se nám to žádným způsobem nepodaří, řekneme, že jedna množina má více prvků než druhá.

2. úkol

Rozhodněte, zda má víc prvků množina přirozených čísel nebo množina sudých přirozených čísel.

Řešení 2. úkolu

Pokud napíšeme několik prvních členů řady přirozených čísel a pod ni začátek řady sudých přirozených čísel (dvojnásobků čísel v horní řadě), zjistíme, že můžeme každému číslu v horní řadě přiřadit číslo v dolní řadě a naopak. (Pro děti: Každé číslo v jedné řadě má jednoznačného „kamaráda“ v druhé řadě.) Podle výše uvedené dohody je tedy v obou řadách stejně čísel. (Poznámka: Pro žáky je srozumitelnější používat méně přesný název „řada“ než korektní termín „posloupnost“.)

Stejným způsobem lze dokázat, že přirozených čísel je stejně jako násobků deseti, sta či tisíce. Můžete uvažovat, jak byste dokázali, že přirozených čísel je stejně jako celých (stačí k tomu jen vhodně přeuspořádat množinu celých čísel).

3. úkol

Pokuste se najít takové uspořádání množiny všech kladných zlomků, abyste mohli dokázat, že i zlomků je stejně jako přirozených čísel.

Řešení 3. úkolu

Začneme vytvářet tabulku všech zlomků tak, že v první řadě budou zlomky s čitatelem 1 a jmenovatelem postupně rostoucím od jedné do nekonečna. Ve druhé řadě budou zlomky s čitatelem dvě a opět rostoucím jmenovatelem, ve třetí řadě všechny zlomky s čitatelem tři, atd. Pokud by nám vadilo, že se velikosti zlomků opakují (zlomky nejsou v základním tvaru), můžeme do tabulky zapisovat jen zlomky v základním tvaru.

Abychom dokázali vyřešit zadání, musíme teď najít způsob, jak zlomky v tabulce očíslovat. Stačí procházet tabulku „po úhlopříčkách“. Začneme u zlomku $1/1$, pokračujeme ke zlomku $1/2$ a pak po úhlopříčce ke zlomku $2/1$. Vrátime se zpět na horní řádku ke zlomku $1/3$ a znovu pokračujeme po úhlopříčce doleva dolů přes zlomky $2/2$ a $3/1$. Tímto způsobem můžeme pokračovat libovolně daleko. Nalezli jsme tedy vzájemně jednoznačné zobrazení množiny přirozených čísel a množiny kladných zlomků.

Podobně lze jednoduše ukázat, že přirozených čísel je stejně, jako racionálních čísel. (Jak víme z vysokoškolské matematiky, nekonečným množinám, které mají stejně prvků jako množina přirozených čísel, říkáme **spočetné**.)

Pro množinu reálných čísel však lze dokázat, že prvků v ní je víc, než přirozených čísel, že je **nespočetná**. Že reálných čísel je sice také nekonečně mnoho, ale jedná se o jiné nekonečno, než nekonečno přirozených čísel. (Důkaz také není složitý, ale pro děti na základní škole je přece jen asi myšlenkově náročnější.)

I s tímto „větším“ nekonečnem můžeme řešit zajímavé úlohy.

4. úkol

Dokažte, že na dvou různě dlouhých úsečkách leží stejně bodů (stále používáme slovo „stejně“ ve výše uvedeném smyslu).

Řešení 4. úkolu

Narýsujte si obě úsečky na papír tak, aby byly rovnoběžné. Spojte dvěma přímkami krajní body úseček. V místě, kde se přímky protnou, získáte bod (geometricky střed stejnolehlosti). Povedete-li nyní přímku tímto bodem a libovolným bodem jedné úsečky, protne tato přímka druhou úsečku v bodě, který je jednoznačným „kamarádem“ bodu na první úsečce. Obě úsečky obsahují tedy stejně bodů.

5. úkol

Dokažte, že půlkružnice bez krajních bodů obsahuje stejně bodů, jako přímka.

Řešení 5. úkolu

Narýsujte přímku a půlkružnici bez krajních bodů na ni „posadte“ (jako misku na stůl). Použijete-li promítání ze středu půlkružnice, najdete ke každému bodu půlkružnice odpovídající bod přímky a naopak.

Metodický komentář k Problému Nekonečna

Není třeba se těmito úlohami (případně dalším úlohám podobného typu) věnovat v jedné hodině. Můžete s nimi seznamovat děti postupně, zařazovat úlohy do vyučování při vhodných příležitostech, nechat dětem čas na to, aby si na pojem nekonečna zvykly a udělaly si o něm nějakou představu. Bude to pro ně velmi užitečné při dalším studiu matematiky, například při studiu diferenciálního a integrálního počtu.

Poznámka:

V době mezi napsáním a odevzdáním tohoto příspěvku vyšel v časopise Pokroky matematiky, fyziky a astronomie č.2/2003 velmi zajímavý článek F. Kuřiny: „I elementární matematika může být krásná“, jehož jedna část je věnována spočetným a nespočetným množinám. Mimo jiné je zde uveden důkaz nespočetnosti množiny reálných čísel. Doporučuji k prostudování.

Závěr:

Já se ve svých hodinách snažím zařazovat nestandardní, neobvyklé úlohy poměrně často (nejen před Vánoce či prázdninami) a přiznám se, že někdy i na úkor klasického „počítání“.

Důvodem je jeden z mých nejhorších kantorských zážitků. Suplovala jsem v době svých učitelských začátků za kolegyni. Vyvolala jsem jednu žákyni k tabuli a začala zadávat úlohu: „Narýsuj trojúhelník KLM, je dána strana ...“. Holčička se na mne nechápavě dívala a na můj dotaz, co jí není jasné, odpověděla: „Já neumím narýsovat trojúhelník KLM, my rýsujeme jen trojúhelníky ABC.“

Přeji Vám i sobě, abychom se co nejméně setkávali s tím, že:

- čtverec postavený na špičku se pro děti stane kosočtvercem
- žák sice zná Pythagorovu větu ve tvaru $c^2 = a^2 + b^2$, ale v trojúhelníku TUV ji nenajde
- je-li řešením rovnice výsledek $x = 0$, třetina třídy k tomu připíše komentář „Rovnice nemá řešení“
- úlohu „Jedna plenka na šňůře uschne za hodinu, za jak dlouho na šňůře uschne dvacet plenek?“ žáci řeší jako přímou úměrnost
- atd. atd.

Věřím, že k tomuto cíli přispějí i úlohy, které jsem se v tomto článku pokusila ukázat.

Příloha č. 7 – Program 1. a 2. semináře pro nové zájemce

Program 1. semináře Heuréky pro nové zájemce – 5. – 7. 11. 2010

Pátek:

- Představení vedoucích, všichni mají jména na tričkách
- Co nás čeká – tento víkend i celkově (struktura seminářů Heuréky)
- Technické pokyny – přezouvání, úklid po sobě (včetně košů), používané prostory, nádobí, atd.
- Domluvit společně pravidla chování na Heuréce – oslovování, říci nevím, nerozumím, dobrovolnost, atd.
- Ledolamky: Cíl: naladění na společnou práci, přepnutí do nové atmosféry. Aktivity lze zvolit dle potřeby a zkušeností.
- Motýlí jména: Cíl aktivity –zamyšlení se na tím, jaký jsem, co mám rád, co mne trápí, vytvoření atmosféry důvěry, seznámit se s ostatními.

Sobota:

- Test, řešení testu – jen rychlé, bez velkého zdůvodňování, vše se bude „probírat“ později
- Fyzikální lekce
 - Vlastnosti látek pevných, kapalných, plyných
 - Magnetické vlastnosti látek
 - Měření fyzikálních veličin 1. část – délka, hmotnost, čas
 - Elektrostatika
- Večer – Aktivita: Mašinky
- Zpívání, volná zábava

Neděle:

- Další experimenty k probraným lekcím
- Hesla Heuréky – V diskusi řízené vedoucím účastníci říkají, co jim připadá jako základní charakteristiky Heuréky – na základě toho, co dělali v sobotu. V této diskusi mají možnost účastníci říci své názory, vyjádřit i své pochyby, apod.
- Reflexe celého semináře, anketa.

Program 2. semináře Heuréky pro nové zájemce 7. – 9. 1. 2011

Pátek:

- Ledolamky
- Wiki
 - Seznámení se stránkami
 - Drobné úkoly

Sobota

- Opakování experimentů z minule (pro nové účastníky).
- Fyzikální lekce
 - Měření fyzikálních veličin 2. část – objem, síla, teplota, hustota

Příloha č. 7 – Program 1. a 2. semináře pro nové zájemce

- Kyvadlo – laboratorní práce, rozbor
- Gravitační síla
- Jednoduché elektrické obvody
- Kinematika hmotného bodu
- Řešení úloh o pohybu pomocí grafů
- večer: pokusy D. Michálka (jeden z účastníků přivezl zajímavé experimenty)
- Zajímavá matematika aneb Boříme bariéry

Neděle:

- Papírové váhy
- Dobrovolný domácí úkol na příští seminář
 - vyrobte různá zařízení na čerpání vody (viz pohádka o smutném panu králi)
 - vyrobte váhy na zvažení zrnka písku
 - prozkoumejte pohyb něčeho, s čím se nedomluvíte

Příloha č. 8 – Zpětná vazba ze seminářů pro nové zájemce

Anketa z 1. semináře Heuréky pro nové zájemce 5. – 7. 11. 2010

Škála: -2 („propadák“), -1 („nic moc“), 0 („neutrální“), +1 („fajn“), +2 („super“)
Anketu vyplnilo 25 účastníků

		zajímavost	užitečnost
Pátek	seznamovací hry	1,1	1,1
	Motýlí jména	1,1	1,1
Sobota	test	1,5	1,7
	vlastnosti látek	1,6	1,8
	vzduch	1,6	1,8
	magnety	1,3	1,7
	elektrostatika	1,9	1,9
	měření délky	1,4	1,4
	mašinky	1,7	1,5
So večer	zpívání	1,3	1,0
	experimenty	1,7	1,6
Neděle	hesla	1,3	1,2
	Celkem	1,8	1,9
Atmosféra		1,6	

Anketa z 2. semináře Heuréky pro nové zájemce 7. – 9. 1. 2011

Škála: -2 („propadák“), -1 („nic moc“), 0 („neutrální“), +1 („fajn“), +2 („super“)

Anketu vyplnilo 20 účastníků

		zajímavost	užitečnost
Pátek	ledolamky	1,5	1,2
	wiki	1,7	1,9
Sobota	opakování	1,0	1,7
	měření	1,5	1,8
	kyvadlo	1,7	1,6
	elektrické obvody	1,7	1,8
	převody	1,1	1,3
	Cavendishův experiment	1,4	1,1
So večer	pokusy	1,7	1,3
	zajímavá matematika	1,7	1,4
Neděle	laborka váhy	1,8	1,7
Celkem		1,8	1,9
Atmosféra		1,8	

Anketa ze semináře *Aktivní práce se žáky*

30. 10. 2007 (1. blok) a 10. 11. 2007 (2. blok), PŘF UJEP Ústí nad Labem

Škála: -2 („propadák“), -1 („nic moc“), 0 („neutrální“), +1 („fajn“), +2 („super“)

Anketu vyplnilo 27 účastníků

		zajímavost	užitečnost
1 blok kurzu	Vlastnosti látek	1,5	
	Vlnění	1,8	
	Písemné práce - ukázky	1,0	
	1.blok - náplň	0,6	
	1.blok - atmosféra	1,5	
2. blok kurzu	Kyvadlo	1,4	1,4
	Kyvadlo-metodika	1,4	1,4
	Newton	1,4	1,4
	Počítačová měření	1,7	1,7
	Dobrovolné domácí úkoly - ukázky úloh	1,1	1,2
	El.obvody	1,7	1,6
	Projekty ve výuce fyziky	1,1	1,1
	Difrakce světla	1,8	1,6
	Šance+rizika aktivní práce - diskuze	1,1	1,2
	2.blok celkově	1,7	1,7

Příloha č. 10 – Program konference „Dílny Heuréky 2010“ a anotace dílen

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	Dílny Heuréky 2010 - PROGRAM																				
2		Dílňa:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
3		Workshop	P.H.	H.B.	L.V.	P.M.	L.D.	Z.P.	J.P.	J.R.	P.B.	J.Č.	S.G.	Z.Š.	A.K.	M.J.	P.J.	T.M.	V.P.	P.Ž.	
4			Historie	Tabule	Rakety	Levita- ce	Čočky	Ifra	Hrani	NEKO NÁ SE	Vernier	GPS	Optika	Elstat	Vztlak	Stavba	Smysly	Kamna	Mech. konstr.	Elmag	
5	Pátek/Friday																				
6	19.00	zahájení/opening																			
7	19.30 - 21.00	dílny		x			x	x				x			x					x	
8	21.10 - 21.30	Co nového na wiki / What is new on wiki																			
9	21.00 - 22.00+	volný program, kytara, zpěv / free program, guitar, singing																			
10	Sobota/Saturday																				
11	8.30 - 10.00	dílny	x		x	x	x					x	x							x	x
12	10.15 - 11.45	dílny					x			x				x	x			x	x	x	x
13		oběd, vycházka, případně hra s GPS / lunch, sightseeing, possibly game with GPS																			
14	15.00 - 16.30	dílny	x	x	x	x				x				x			x	x			
15	16.45 - 18.15	dílny		x					x			x	x	x	x					x	x
16		večeře / dinner																			
17	19.30 - 21.00	okénko zahraničních hostů (Lotyšsko, Mexiko) / time for guests from abroad (Latvia, Mexico)																			
18	21.00 - 24.00+	volný program, kytara, zpěv / free program, guitar, singing																			
19	Neděle/Sunday																				
20	8.30 - 10.00	dílny	x	x			x	x	x			x			x	x					
21	10.15 - 11.45	dílny			x	x			x			x		x			x			x	
22	12.00 - 13.30	dílny	x		x				x			x				x	x	x			x
23	13.40 - 13.50	závěr / closing																			
24																					
25		x - termín dílny																			
26																					

Dílny Heuréky 2010 – seznam dílen s anotacemi:

1. Peter Horváth - Merania inšpirované históriou.

Od atmosférického tlaku k absolútnej teplotnej nule. Vyskúšame niekoľko metód na meranie atmosférického tlaku. Prezентujeme sériu za sebou nadväzujúcich jednoduchých demonštračných a žiackych experimentov, dve ukážky si dovoľíme aj s PC. Pri žiackom objavovaní vlastností plynov budeme nasledovať historický postup. Dostupnými pomôckami zopakujeme (jemne modifikovaný) historický experiment - meranie absolútnej teplotnej nuly.

2. Hana Burešová – Fyzika s interaktívni tabulí

Pár typů a triků jak použít interaktivní tabuli SMART BOARD ve fyzice. Ukážky, náměty, jak využít nástroje v prostředí Smart Notebooku při vytváření aktivit, které lze využít ve všech částech hodiny. (animace, odkaz, Lesson Activity Toolkit, tabulky, nekonečný klonovač, vrstvy, ...)

3. Luba Valovičová – Rakety

Účastníci dielne sa naučia zostrojiť jednoduché rakety na „reaktívny“ pohon. Na výrobu rakety sa používajú PET fľaše, alebo plastové škatuľky od fotofilmov. Ako palivo sa využíva ocot a sóda bikarbóna, poprípade voda a šumienka. Ako skutočne funguje takáto

raketa? Ako vysoko dokáže takáto raketa vyletieť? Závisí množstvo paliva na výške výletu rakety? Na tieto a ďalšie otázky sa dozviete odpovede na fyzikálnej dielni.

4. Pavel Masopust – Levitace

Dílňa ukáže, jak nám může fyzika pomoci vznášet se a létat. Předvedeno bude několik možných způsobů jak bojovat s gravitací (odpudivou elektrostatickou a magnetickou silou, princip vznášedla, levitace asymetrického kondenzátoru).

5. Leoš Dvořák – Co s čočkami

V dílně si postavíme „optickou lavici pro období finanční krize“ – z elektrikařských lišt, čoček připevněných pomocí tavného lepidla a pár dalších prvků včetně zdroje užívaného vysokosvitivých malých LED. Vyzkoušíme si, jak na lavici realizovat několik základních experimentů, demonstrovat princip dalekohledu apod. Co si uděláte, to si budete moci odvézt.

6. Zdeněk Polák – Infračervené světlo

Budeme zkoumat vlastnosti infračerveného záření, Vše co byste si chtěli vyzkoušet, abyste to pak mohli dělat s dětmi. Ukážeme kde všude kolem nás infračervené (IR) záření je, jak se dá detekovat a jaké má vlastnosti. Jaké máme možnosti při jeho zkoumání. Naučíme se, jak se dá udělat filtr, který IR záření propouští, nebo naopak absorbuje. Naučíme se jak alespoň kvalitativně intenzitu IR záření měřit. Podíváme se pod povrch věcí. Tentokrát žádné počítání. Pokud se sami pustíte do výroby vlastních filtrů (abyste si taky něco odnesli), doporučuji oblečení, které lze umazat.

7. Jaroslava Pachlová – Tvořivé pokusohraní

Inspirace pro zábavné experimenty a malá bádání nejen pro mladší děti. Proměny obyčejných věcí a materiálů v neobyčejné (... aneb co se vylihne), fousaté pokusy v novém kabátě (zase ta káča), propojení fyziky s estetickým prožitkem (zvukový vodopád, kouzelné obrázky,...).

Můžete si prohlédnout dětské „vědecké“ výtvořky (kosmická sbírka nerostů, hrátky s fóliemi) a mnoho věcí si na místě vyzkoušet (výťah na prst, zábavná spirála, duha v brčku, rozstříkovač aj.), případně vytvořit i fyzikální rekordy.

8. Jarda Reichl – Fyzikální experimenty levné i drahé

Fyzikální experiment je důležitou součástí výuky fyziky a jeho realizaci je možné provést s pomůckami jednoduchými, které máme běžně k dispozici, nebo s dražšími zařízeními, která lze zakoupit prostřednictvím internetu. Účastníci dílny si budou moci vyzkoušet jak experimenty s jednoduchými pomůckami, tak ty s dražšími pomůckami. Kdo má chuť si pohrát a fyzikálně přemýšlet, je srdečně zván! (Pro onemocnění se dílna nekonala.)

9. Pavel Böhm, Jakub Jermář – Experimentování se systémem Vernier

Možnost vyzkoušet si práci s experimentálním systémem Vernier. Letos se zaměříme především na jednoduché demonstrační experimenty s teploměrem, sonarem, siloměrem, čidly tlaku plynu a světelnými sondami. Cílem workshopu je, aby se každý účastník naučil systém Vernier využívat a cítil se při demonstracích „jistý v kramflecích“.

10. Jana Česáková, Ladislav Dvořák – Hrajeme si s GPS

Dílňa se bude týkat využití GPS navigací při výuce v terénu. Zájemci si budou moci vyzkoušet navigaci na předem určené souřadnice, vyzkouší si měření (délka, obsah plochy, rychlost apod.) pomocí GPS navigace. Součástí bude také vyzkoušení si

jednoduché hry Wherigo, které si účastníci této dílny sami vytvoří na PC pomocí aplikace Urwigo.

11. Stanislav Gottwald – Nekomplikovaná optika

Podívejme se na optiku pomůckami lehce dostupnými na většině škol. Zkusme si proměřit věci, které měří naši studenti na SŠ, zkusme si pohrát s laserem, změřit si index lomu vody či skla, určit mřížkovou konstantu či jednoduchými prostředky změřit vlnovou délku světelného paprsku. Jde o staré a osvědčené věci, ale přiznejme si, jak dávno jsme si s nimi hráli sami. A pokud je Vám to málo, tak mám připraveno ještě drobet navíc.

12. Zdeněk Šabatka – Měření v elektrostatice

V dílně se zaměříme na dvě ze základních témat elektrostatiky – kapacita (potažmo kondenzátor) a Coulombův zákon. Jsou připraveny tři náměty na experimentování a diskuzi:

- zavedení pojmu kondenzátor a „určení“ rovnice pro výpočet jeho kapacity (ZŠ i SŠ),
- možnosti nepřímého určení kapacity kondenzátoru (SŠ),
- ověření (případně demonstrace) Coulombova zákona (ZŠ, SŠ).

Po úvodním seznámení s tématy budou účastníci pracovat ve skupinkách na daných úlohách, či otázkách, které při diskuzi vyplynou. Část připravených námětů je zpracována ve formě žákovských pracovních listů, které budou účastníkům k dispozici.

13. Alex Kazachkov – Vztlak (*angl.*)

Na dílně bude předvedeno několik překvapujících experimentů, které zdánlivě popírají Archimédův zákon. Tyto demonstrace jsou zpracovány jako tvořivé laboratorní práce pomáhající studentům lépe porozumět hydrostatice, tlaku a povrchovým jevům. Předvedeny budou také ukázky zábavných i poučných venkovních aktivit.

14. Mirek Jílek – Fyzika na stavbě

V dílně si vyzkoušíme, jak se projevují základní principy měření fyzikálních veličin v konkrétních podmínkách vyměřování na stavbě. Zkusíme si porovnat přesnosti různých měřidel a nivelačních libel a při řešení konkrétních problémů budeme rozhodovat, co lze zanedbat a co ne. V diskuzi se zamyslíme, jak tyto konkrétní problémy co nejlépe využít při výuce, případně můžeme diskutovat o mnoha dalších aplikacích fyziky ve stavebnictví.

15. Pavel Jirman, Michal Kučera, Zdeněk Rakušan – Hrátky se smysly

Na úvod si – možná poněkud mimo rámec tématu – neopustíme několik dodatků k loňské dílně „Hudební nástroje a zvukové hračky“: hudební lego, Panovu píšťalu či Chladniho obrazce s využitím neneutronovské kapaliny. Následovat bude objevování, co všechno dovede lidský sluch, zvláště pak sluch hudební. Poté se vrátíme k neneutronovským kapalinám, abychom je prozkoumali zejména hmatem. A nakonec přidáme malou hříčku s chutí a čichem. Hrátky se zrakem v této dílně záměrně vynecháváme.

16. Tomáš Milář – Dřevoplynová kamna z plechovky

V dílně se naučíme vyrábět jednoduchá plynová kamínka, která jako palivo využívají libovolnou suchou biomasu. Zahřátím biomasy se uvolňuje dřevoplyn, který se mísí s čerstvým vzduchem a v horním prostoru kamen se spaluje. Plamen lze využít k vaření, po zhasnutí v kamnech zůstává nespálený uhlí, který pak můžeme použít ke grilování nebo pro jiné účely. Přidáním uhlí do půdy lze odebrat CO₂ z atmosféry a současně vylepšit

kvalitu půdy. Tuto technologii jsme letos se žáky prezentovali na GLOBE Games ve Svitavách.

17. Václav Piskač – Mechanické konstrukce z brček

Dílna je zaměřena na možnosti stavby jednoduchých mechanických konstrukcí z plastových brček, špendlíků a kancelářských sponek. Budou rozebrány jednotlivé konstrukční prvky, účastníci si budou moci stavět vlastní konstrukce. Tento stavební systém lze využít ve fyzice, v matematice, ve výtvarné výchově, v dílnách, ... Jeho hlavní předností je extrémně nízká finanční náročnost a malé požadavky na zručnost konstruktérů. Tento typ staveb lze využít přímo ve výuce, případně jako samostatnou domácí činnost.

18. Peter Žilavý - Elektromagnetická indukce a s ní související jevy

V průběhu dílny společně provedeme a prodiskutujeme řadu pokusů souvisejících převážně s elektromagnetickou indukcí:

Co umí cívka (silný elektromagnet, uzavřený/otevřený magnetický obvod, cívka "kope"). Předměty padající ve vodivé trubce (brzdění v důsledku vzniku vířivých proudů). Transformátor a jeho využití v přenosové soustavě (transformace napětí nahoru, účinky elektrického oblouku vzniklého mezi elektrodami, na kterých je vysoké napětí, přenos elektrické energie při vysokém napětí pomocí tkaniček od bot, "destrukce" vedení...). Indukční vařič, princip, pokusy z dřívější dílny i nové pokusy. Žárovky a zářivky svítící "bez zdroje napětí" - pokusy s vysokofrekvenčním elektromagnetickým polem. Jednoduché použití obrazovky z monitoru k demonstraci pohybu elektronů v magnetickém poli.

Výběr či důraz na jednotlivé pokusy bude přizpůsoben přáním účastníků dílny.

Příloha č. 11 – Kopie úvodní stránky wiki Heuréky

(ze dne 17. února 2011)

Heureka - interní stránky [Heureka] - Windows Internet Explorer

http://kdf.mff.cuni.cz/wiki/heureka/doku.php?id=Heureka

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené položky Nástroje Nápověda

Heureka - interní stránky [Heureka]

heureka

Úpravit stránku | Starší verze

HEUREKA

Heureka - interní stránky

Wiki Heuréky by měla sloužit k interní výměně informací mezi "heurčáky".
Jak pracovat s wiki Heuréky - Návody na základy ovládní wiki, tipy a triky, dotazy okolo wiki. Viz též Roznámký k fotkám.

Aktuality

Do 11. 4. do 14. 4. proběhne v Praze konference **Inovace ve výuce**. Máte-li zájem se dozvědět více, mkněte se na stránky @<http://www.hyf.cz/inovace-ve-vyuce.php>. Konference může být inspirativní (nebo taky ne) — Stanza Gottwald 2011-02-15 23:24

Stále jsou volná místa na **zájezd na Slovensko** v termínu 11. - 18. 7. Hlaďte se co nejdříve u Standy Gottwalca. — Věrná Koudalová 2011-02-09 20:31

Na wiki jsou přiloženy termíny dalších seminářů do pozdru 2011 - na stránkách jednotlivých seminářů. — Věrná Koudalová 2011-02-05 20:45

Na stránce **Pro starší a pokročilí** začínají přibývat materiály ze semináře v Olomouci. — Věrná Koudalová 2011-02-05 16:22

Na stránku **Sporniky Heuréky v Náchodě** jsem přidal starší (úž vyřídě) sporniky Náchodských olčen. — Věrná Koudalová 2011-01-10 16:00

15. února 2011 se opět otevře **Národní technické muzeum** v Praze. Více na @<http://www.ntm.cz/cs/>. — Věrná Koudalová 2011-02-00 16:16

Už známe termín jarního semináře "pro starší a pokročilí" - **13. - 15. 5. 2011** se budeme věnovat "Fyzice a kriminalistice. Blokuje se termín. — Věrná Koudalová 2011-02-08 18:33

Katere didaktiky fyziky MFF UK v Praze zprostředkovává **slevu 40 % pro školy na některé modely laboratorních vah Ohaus** řady Traveler a Scout Pro. Jedná se o nové (nepoužité) vahy do výroby, které se zabývají skladových zásob před uvedením nových typů vah na trh. Všechny vahy jsou v rámci této akce prodávány v balíčku společně s rozhraním pro připojení k počítači (tjv. USB connectivity kit), softwarem Logger Lite a teploměrem Vernier GoTemp. Více na @<http://kdf.mff.cuni.cz/vahy-ohaus/>. — Věrná Koudalová 2011-11-14 19:30

Technická Science Center žákům a studentům představí zdarma (v rámci projektu PPRP) populární naučné show zaměřené na popularizaci fyziky a chemie. Show nazváno pravidelně po dobu trvání projektu (tedy do konce října 2011) die harmonogramu, který naleznete v přiložené brožurce: **Technikariak pro školy - pdf soubor**. Pedagogičtí pracovníci Přízeřského kraje a jejich rodinní příslušníci mohou Technikariak navštívit zdarma do 21. - 27. března 2011. Dále nabízí finance na projekty podporující technické a přírodovědné obory (až 1 000 Kč na akci). Blíže informace v brožurce. - **vičli Heuréka**.

Aktuality - aktuální zajímavosti, zprávy, výstavy apod.

Materiály pro výuku

METODICKÉ MATERIÁLY - metodika Heuréky, včetně odkazů a dalších zajímavých materiálů

Zajímavé odkazy, na které narazíme - libovlnné zajímavé odkazy, na které narazíme a mohly by se líbit i někomu dalšímu.

Knížky, které se hodí pro výuku - zajímavé knihy, z nichž se hodí číst při výuce.

Programy užitečné pro výuku

Stránky běhů seminářů

Nový běh učitecké školy Praha (2010-2012)

Převé skončený běh učitecké školy Praha (2008-2010)

Aktuální běh učitecké školy Bratislava

Regiony - jaké byly a budou regionální semináře? Stránka pro sdílení fotek a dalších materiálů.

Pro starší a pokročilí - termíny "velkých" seminářů, materiály ze seminářů...

Heureka pro štoupy - slouží ke sdílení informací mezi "kutily a štoupy" z řad heurčáků.

Náchodský seminář

Další akce s velkou účastí "heurčáků"

Adresář účastníků Heuréky

Adresář účastníků seminářů - přehled e-mailových adres účastníků seminářů Heuréky

Prosím všechny registrované účastníky Heuréky, aby byli tak laskaví a vyplnili krátký formulář: @ [Dataabáze účastníků Heuréky](#).

Myslím, že může být užitečné o sobě vědět, odkud kdo je, na které škole učí, apod. — Zlana Dvořáková 2009-04-28 14:34

@ [Výpis databáze](#) - výpis z databáze účastníků Heuréky, lze exportovat do Excelu. Nutné přihlášení, heslo je heureka

Kde lze nakupovat

Nákupy - odkazy na stránky, kde lze nakoupit to, co každý fyzikář občas potřebuje...

Ostatní

Diskuze - diskuze na libovlnné téma, fyzikální problémy apod.

CO DĚLAJÍ UČITELÉ FYZIKY O PRÁZDNINÁCH?

Jiří Dolejší, Irena Koudelková, Ústav částicové a jaderné fyziky MFF UK,
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

Učitelé dělají o prázdninách samozřejmě leccos. My ale chceme mluvit o jedné konkrétní činnosti, za kterou tak trochu můžeme. Někteří učitelé a studenti učitelství totiž za naší asistence jezdí na zahraniční zájezdy (CERN Ženeva 2003, DESY Hamburk, Stockholm, Kodaň 2004, Itálie 2005), kde se rekreace a poznávání ciziny kombinují s fyzikálním vzděláváním.

Vzdělávat studenty učitelství a učitele již působící v praxi je naše práce, i když v popisu práce máme jen přednášky, semináře a vedení diplomových prací. Proč tedy nějaké zahraniční zájezdy a proč navíc mluvit o rekreaci? Na to se pokusíme odpovět v následujícím textu.

Myslíme si, že učitelé by měli rozumět svému oboru, být schopni jej zajímavě zpřístupňovat dětem, resp. studentům, mít představu o současné vědě a jejích aplikacích a být osobnostmi s kulturním rozhledem a dalšími vlastnostmi, které přispívají k jejich přirozené autoritě. K pěstování všech těchto vytoužených a ideálních učitelských vlastností ani zdaleka nestačí výuka na univerzitě a tak léta zkusíme něco navíc: neformální soustředění se studenty – Hraštice [1], celou škálu akcí v rámci projektu Heuréka [2], víkendové semináře se zaměřením na různé otázky psychologie (tvořivost, komunikace apod.) a k tomu zmíněné zájezdy. Konkrétní náplň dosud uskutečněných zájezdů najdete na webu ([3]). Nejdříve se pokusíme shrnout několik argumentů, proč by takové zájezdy mohly být pro učitele užitečné:

- a) Myslíme si, že výuku fyziky nelze zredukovat na povídání, ukazování obrázků a počítání příkladů, ale že je třeba, aby v ní nezanedbatelnou roli hrála interakce s reálným světem. *To, co chceme, aby učitelé dávali dětem, chceme dát nejdřív jim.* Proto se snažíme je přivést k některým pozoruhodnostem světa a do míst, do kterých by se s běžnými cestovními kanceláři nedostali. Chceme ale také organizovat zájezdy způsobem, který mohou kantoři snadno realizovat se svými studenty sami.
- b) Fyzika je věda, která má dlouhou *historii*, z níž vzešly základy většiny soudobých technologií, *současnost*, která přináší stále nové poznatky, dílem bezprostředně použitelné a dílem přispívající „jen“ k lepšímu pochopení přírody, a také *budoucnost*, například v podobě dnes připravovaných experimentů pro příští desetiletí. Toto všechno je málo vidět v tradičně pojatých učebnicích a dosud nemnoho kantorů to dokáže studentům sdělit. Účastníci našich zájezdů mají příležitost poznat velmi zblízka.



1/ CERN 2003

- c) Jak jsme již řekli, *fyzika je základem mnoha technologií* a pomáhá nadále v jejich zlepšování. Tradiční učebnice i tradiční učitelské vzdělání nenabízejí pro tuto skutečnost dostatek argumentů a ilustrací. Na našich zájezdech se snažíme i tuto stránku fyziky předvést.
- d) Podle našeho názoru *věda obecně a fyzika speciálně jsou součástí kultury lidstva*, i když se to v médiích nepozná a mnohé celebrity se svou ignorancí ve vztahu k přírodním vědám nahlas chlubí. Fyzikové ale zpravidla ignoranty ve vztahu například k umění nejsou. Proto vítají možnost podívat se s námi do některých pokladnic světového umění. Navíc jim zkušenost z našich zájezdů dá možnost sdělit studentům své zážitky. Například že dvě tříkilometrové modré roury s detektorem gravitačních vln ve fádňích polích u Pisy (resp. to, že se tento detektor pídí po signálech z dalekého vesmíru) jim připadají stejně vzrušující jako jedna křivá věž o pár kilometrů vedle.
- e) To ale musí dotýcný zažít oboje. Vztah vědy a umění je samozřejmě velmi zajímavé téma, viz např. [4].
- f) Podle našeho názoru je kvalitní výkon učitelského povolání spojen nejen s odborností, ale také se schopností vnímat různé situace, orientovat se v nich, aktivně a výrazně vystupovat a ovlivňovat



2/ Stockholm 2004

běh dění. To se také snažíme na našich zájezdech předvádět (někdy bohužel jen metodou odpudivého příkladu). V neznámých situacích je prioritní postarat se o sebe. Kdo není schopen ani toho, nemůže se starat o jiné. Snažíme se tedy občas nenásilně vytvářet situace, které na účastníky kladou jisté nároky a vyžadují, aby se nechovali jako ovce.

g) Podstatným rysem vědy je komunikace. Naše zájezdy v kombinovaném kolektivu pracovníků MFF UK, studentů a učitelů se snaží stimulovat přirozenou komunikaci mezi těmito skupinami, která není ani zdaleka samozřejmá. Při návštěvě zahraničních ústavů k tomu ještě přistupuje komunikace s tannými fyziky, což je pro učitele někdy nová zkušenost.

h) Ne všichni učitelé fyziky musejí vypadat jako exoti žijící uzavřeni ve svém kabinetu. Mnozí mají rodiny a žijí vcelku normálně, mají životní partnery a děti. Vyzvali jsme zájemce o naše zájezdy, aby si partnery vzali s sebou. Doufáme, že buď partneři pochopí, jak je ta fyzika krásná a fyzici skvělí, nebo naopak. Důsledkem zájezdu tak může být, že učitel fyziky má doma respekt, nebo naopak peklo od (konečně) informované rodiny.



3/ VIRGO

JAK SE SVÉ CÍLE POKOUŠÍME REALIZOVAT?

Budeme to ilustrovat především na programu loňského zájezdu do Itálie. Jen velmi stručně: Odjeli jsme z Prahy v pondělí ráno 8. 8. 2005, navečer jsme dorazili do Benátek a ubytovali se v kempu. Večer a následující celý den byl určen návštěvám pamětihodností Benátek, resp. relaxaci na pláži. Účastníci se o sebe starali sami. Při prohlídce památek mj. objevili zařízení, které zaznamenává běh přílivu a odlivu. Ve středu ráno jsme odjeli do Maranella do *Gallerie Ferrari*. Po dvouhodinové prohlídce jsme přešli do Florencie do Muzea historie vědy. Potom následoval volný večer ve Florencii. Polovinu noci na středu jsme jeli z Florencie na pobřeží, do šesti ráno jsme pak spali v autobusu a další hodinu strávila většina účastníků ranní koupelí v moři. O desáté jsme dojeli do Národní laboratoře ve Frascati a strávili tam několik hodin velmi efektivní exkurzí.



4/ Šikmá věž v Pise

Odpoledne jsme pak přešli do kempu v Římě a večer podnikli první procházky po římských pamětihodnostech. V pátek ráno jsme společně vstoupili do Vatikánských muzeí a pak se odpoledne věnovali individuálně poznávání Říma. V sobotu ráno jsme vyjeli na sever, okolo poledne našli v polích detektor Virgo. Odtamtud jsme odjeli do Pisy na krátkou prohlídku palouku s mramorovými klenoty a k večeru dojeli do kempu u Lago di Garda. Poslední den jsme přešli ke Cortině d'Ampezzo na parkoviště pod Lavaredskými věžemi, kde měli účastníci osm hodin na poznávání krás Dolomit. Kromě toho testovali v lůjáku kvalitu svého oblečení. Vrátili jsme se před sedmou ráno v pondělí 15. 8. přesně po týdnu zájezdu.

Možná na první pohled nemusí být jasné, jak zmíněný průběh zájezdu koresponduje se záměry. Pokusíme se proto tento soulad zdůraznit.

Ad a): Skutečnost, že mnozí účastníci zájezdů se rádi účastní znovu a znovu, naznačuje, že obsah



5/ Frascati, ADA



6/ Frascati, DAFNE

a formu zájezdů oceňují. Skutečnost, že v tuto chvíli dva tradiční účastníci připravují zájezdy do CERN se svými školami, svědčí o inspiračním efektu. Z fragmentů různých diskusí během zájezdu je také jasné, že mnozí vnímají hodně z našich záměrů, i když jsme leckteré z nich nahlas nikdy nevyslovili.

Ad b): Fyzikální program zájezdů je klíčový. Loni jsme byli bohužel odmítnuti v Národní laboratoři Gran Sasso a v závěrečné fázi přípravy se zhroutila i návštěva ústavu v Legnaru. Vyvážila to ale návštěva v Národní laboratoři Frascati, kde se nám dostalo velmi kompetentního a srozumitelného výkladu. Do poznávání historie fyziky patřil náš pohled na předchůdce dnešních urychlovačů se vstřícnými svazky – prstenec ADA.

Do současnosti patřila prohlídka urychlovače DAFNE a experimentů na něm a detektoru gravitačních vln Nautilus. Do budoucnosti mířily zmínky o italské účasti na projektu LHC, který účastníci znali již z CERN.

Gravitační vlny byly také obsahem dvou přednášek v autobusu a „vnější exkurze“ na detektoru VIRGO v Cascině u Pisy. Návštěvy v laboratořích jsou takřka vždy atraktivní díky zařízením, která jsou k vidění, a otázkami, o které jde. Ne vždy je ale

atraktivní výklad průvodců, neboť ti ne vždy dokáží v omezeném čase něco srozumitelně říci. Ve Frascati si ale většina účastníků zájezdu libovala.

Do historie fyziky patřila i návštěva Muzea historie vědy ve Florencii, kde byly k vidění krajně zajímavé historické přístroje, některé velmi obskurní. Bohužel však jejich prezentace byla klasicky muzejní, s cedulemi NESAHAT a průvodkyněmi komentujícími jen malou část vystavených exponátů.



7/ Muzeum Ferrari

Ad c): Někteří byli možná překvapeni tím, že jsme do zájezdu zařadili návštěvu muzea Ferrari, někteří oprávněně konstatovali, že se tam prezentuje především tato firma a nevysvětlují principy a technologie, které ji vedly k mnoha úspěchům. Ale myslíme si, že kantor, který zblízka viděl motor F1 a sáhl si vlastnoručně na rudé vozy, které zná snad každý kluk a nejspíš i leckterá dívka, může o motoru v hodině fyziky mluvit trochu přitažlivěji než bez této zkušenosti.

Navíc pohledy zblízka vyvolávaly další otázky, na něž jsme buď odpovědi našli, nebo které po odpovědích teprve volají. Ostatně, patří F1 do současné kultury lidstva?

Ad d): O tom, že poklady italských měst a muzeí patří do klenotnice lidstva, asi není pochyb. Ale je



8/ Řím, Pantheon



9/ Aiguille du Midi

jistý rozdíl mezi pohledem na obrázky v knihách a pobytem v Sixtinské kapli či v Pantheonu, procházkou po římské dlažbě či po trávě před Baptisteriem v Pise.

Tuto část programu jsme příliš neorganizovali, neboť jsme si již dávno ověřili, že se naši kantoři o sebe dokáží postarat sami a vypátrat zajímavosti, o kterých se v průvodcích nepíše a které nemusí odhalit ani průzkum webu – tak objevili například výstavu Leonardových zápisků.



10/ Tre cime di Lavaredo

Ad e): S předcházející poznámkou těsně souvisí styl našich zájezdů, který se postupně vyvinul – základní kostra programu je připravená, čas musí být maximálně využit, není prostor na váhání a nejistotu. Vedoucí vystupuje sice jako despotický vládce, ale protože není za hradbou represivního aparátu, může být kritizován. Snažíme se vytvářet prostor pro modifikace, opravu situací, kdy se něco nezdařilo atd. Jsou ale také časové intervaly, kdy je program ponechán na invenci a odvaze účastníků. Ukázalo se, že vysazení v Chamomix s instrukcí, kdy odjíždí autobus, se dokáží bez problémů dostat do výšek, činit experimenty s tlakem vzduchu na Aiguille du Midi a poznat něco z Alp.

Ukázalo se, že po rozchodu v centru dřívě Východního Berlína mohou za tři hodiny bez velkého reptání opět nastoupit v centru dřívě Západního Berlína.

Posledně jsme empiricky zjistili, že se účastníci dokáží projít v Dolomitech, schovat se před deštěm ve správných chatách a nepropadnout panice, i když pršet nepřestává. Někteří možná také vyzkoumali, které druhy oblečení liják nevydrží a naopak jaká pláštěnka funguje.



11/ Autobus, 7:18

Ad f): Atmosféra na zájezdech je (alespoň z našeho pohledu) velmi příjemná a nekonfliktní. To je předpokladem pro další daleko bezprostřednější komunikaci na fakultě i jinde. Účastníci například snesou přednášku doc. Dvořáka o gravitačních vlnách začínající v sedm hodin ráno po noci strávené v autobusu.

Zájezd je zážitek a s lidmi, s nimiž člověk něco zažil (s dobrým koncem), se komunikuje snáze. Nezanedbatelné, ale bohužel řídké, jsou situace, kdy se účastníci zájezdu dají do intenzivnější komunikace se zahraničními partnery. To se například zdařilo při předloňské návštěvě *House of Science* ve Stockholmu.

A konečně k poslednímu bodu g): Životní partneři fyziků se na zájezdech velmi přirozeně integrují do kolektivu, zatím jsme nezaslechli žádné výčitky.

Zbývá ještě jedna poznámka, která by měla být vyřčena. Zdařilo se nám najít výborného dopravce, Jiřího Vajsejtla a jeho ženu. Dopravce, řidič autobusu, může být potenciálně osudnou osobou. Je zcela podstatný pro průběh zájezdu, ale jeho motivace a zájmy jsou zcela jiné než motivace a zájmy kantorského kolektivu. Proto nadměru oceňujeme vzájemný respekt, bezproblémovou spolupráci

a iniciativu, kterou oba již po kolikátý rok předvádějí. Hledání pláže pro ranní koupel ve tři hodiny v noci je jen malou ilustrací toho, co pro nás dělají.

Asi si těžko můžeme být při přípravě budoucích učitelů jisti, že jsme udělali všechno nejlepším možným způsobem. Ale po návratu z našich zájezdů si říkáme, že to snad opravdu má nějaký smysl. Některé zkušenosti, například ze zmíněné návštěvy *House of Science* ve Stockholmu, pak ukazují, že se dá pro budoucí i již učící pedagogy dělat ještě mnoho dalšího.

Odkazy

- [1] viz <http://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/>
- [2] viz <http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka/>
- [3] viz <http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka/cesty/cern2003/CERN2003.htm>,
<http://ipnp00.troja.mff.cuni.cz/dolejsi/exkurze/2004.htm>,
<http://ipnp00.troja.mff.cuni.cz/dolejsi/exkurze/2005.htm>
- [4] V. F. Weisskopf: Art and Science, The 1979 Bernard Gregory Lectures, CERN 80-03,
<http://doc.cern.ch/yellowrep/1980/1980-003/p1.pdf>

Příloha č. 13 – Problémové úlohy a experimenty (článek [A12])

Úvod

V tomto příspěvku je uvedeno několik problémových úloh a experimentů. Sama je užívám při výuce fyziky podle projektu Heuréka, domnívám se však, že je může ve své práci využít každý učitel, který tento typ úloh do své výuky zařazuje.

V našem projektu jsou problémové úlohy a experimenty nedílnou součástí výuky. Projekt Heuréka je přímo založen na tom, že se žáci aktivně podílejí na svém učení, řeší problémy, dělají experimenty, apod. Celá výuka je vedena heuristickým způsobem, žáci formulují hypotézy, hledají cesty, jak je ověřit, diskutují se spolužáky i s učitelem.

Problémové úlohy tedy nejsou jen doplňkem běžného výkladu učitele, ale součástí celého poznávacího procesu.

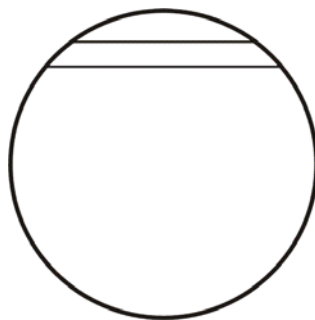
V tomto příspěvku bych ráda uvedla několik úloh a experimentů, které při výuce používám. Budete-li je chtít ve své výuce použít, můžete je zařadit v podstatě do libovolné části hodiny, jenom nedoporučuji zařazovat je do písemných prací. Podle mých zkušeností není vhodné zařazovat úlohy tohoto typu do písemek, pokud není samotná výuka vedena problémově – žáci to vnímají jako „nefér“ jednání ze strany učitele, neboť po nich v písemce chce něco, co se v hodinách neučili. (Tuto zkušenost jsem získala u nás ve škole, když si kolega, který učil v podstatě klasicky, půjčil moji písemnou práci a žáci v jeho třídě protestovali.)

Naopak doporučuji používat podobné úlohy jako „úlohy na jedničku“, přičemž jedničku mají možnost získat všichni žáci, kteří úlohu v daném časovém limitu vyřeší, nikoliv například jen tři nejrychlejší.

Zdrojem problémových úloh mohou být nejen učebnice a sbírky (i staré), ale třeba i beletrie, filmy či písničky. Nejbohatším zdrojem je však samotný svět kolem nás.

Příklady problémových úloh

1. Představ si, že je Země provrtaná tunelem pro metro kolmo k poloměru tak, že nejhlubší místo tunelu je 5 km pod povrchem Země. Do tunelu je z povrchu zaveden potok hluboký 0,5 metru. Bylo by možné tunelem projet na kanoi? Proč? (Obrázek není v měřítku.)



Tato úloha je podle mých zkušeností velmi náročná nejen pro děti, ale často i pro učitele. Pokud Vaši žáci budou při řešení úlohy tápat, můžete jim pomoci těmito návodnými otázkami:

Ukaž rukou směr, kterým by měl začít hrabat krtek (či vrtací stroj), který by tunel vytvářel. Z jakého směru krtek na druhé straně tunelu vyleze?

Nakresli k ústí tunelu člověka. Uvědom si, že tunel míří z jeho pohledu šikmo dolů.

Představ si, že na kraji tunelu je kapka vody. Nakresli, jaké síly na ni působí. Jaké síly budou působit na kapku vody na druhém konci tunelu? Jak se tedy bude kapka pohybovat?

Kde se budou kapky hromadit, když jich do tunelu pustíme víc?

Jak vypadá „rovná“ hladina vody na povrchu Země?

Jak bude vypadat „rovná“ hladina vody, která se bude uprostřed tunelu hromadit?

Podobnou úlohu uvádí i J. I. Perelman v [1].

Při diskuzi se žáky můžete žákům připomenout rozklad sil na nakloněné rovině.

2. Jak najdeš geometricky obraz bodu A, který leží přesně v optické ose spojky? (Známe polohu ohnisek. Bod neleží mezi ohniskem a čočkou.)

První řešení, které obvykle žáci uvádějí, je narýsovat obraz bodu A v osové souměrnosti s lupou jako osou souměrnosti. V tom případě je třeba žákům připomenout, že při zobrazování pomocí lupy se nikdy žádná osová souměrnost neobjevila (obvykle zde opakují experiment, při kterém lupou zobrazují na stěnu obraz okna – je zřejmé, že obraz a vzor osově souměrné nejsou). Zadávám-li tento problém jako úlohu na jedničku, obvykle tak 5 až 10 žáků objeví správné řešení – do bodu A si nakreslí například svíčku, najdou její obraz a tím i obraz bodu A.

3. Vyber a zdůvodni správnou odpověď: Jestliže Měsíc „couvá“, je zastíněna Zemí

- a) jeho levá část (z pohledu ze Země)
- b) jeho pravá část
- c) ani jedna odpověď není správně

Tato úloha vyžaduje jak pochopení principu fází Měsíce, tak i jistý postřeh. Úspěšný řešitel si musí všimnout slovního spojení „zastíněna Zemí“ v zadání úlohy a nenechat se zmást uvažováním o tom, jak vypadá „couvající“ Měsíc. Při rozboru úlohy může učitel se žáky zopakovat rozdíl mezi fázemi Měsíce a jeho zatměním.

4. Sherlock Holmes jednou s doktorem Watsonem řešili případ vraždy v Číně. Ve svém apartmá v hotelu měli koupelnu v národním stylu. Sherlock Holmes se chtěl vykoupat jako druhý, hned po svém příteli, nevěděl však, který kohoutek je na teplou a který na studenou vodu, neboť nebyly nijak označeny. Přesto ale jediným pohledem na ně poznal, který je který. Jak to udělal?

Tato úloha patří mezi ty, které vznikly pozorováním běžné situace v koupelně – oroseného kohoutku. Jen jsem hledala způsob, jak ji naformulovat zajímavě, jako problém, nezeptat se přímočaře – co pozoruješ, když se po koupání díváš na vodovodní kohoutky?

5. V detektivce Dicka Francise *Hra na fanty* je tato scéna: Auto havarovalo, vjelo do rybníka a potopilo se. Hlavnímu hrdinovi, který seděl na zadním sedadle, se podařilo rozbít zadní okénko. Přestože byla noc a nebylo nic vidět, poznal, že nejsou hluboko pod hladinou. Jak to mohl poznat, když byl uvnitř auta?

Tuto úlohu jsem vytvořila po přečtení výše uvedené knížky. Místo řešení zde budu citovat příslušný odstavec [2]:

“Vytrhl jsem mu obušek a uhodil vši silou směrem, kde jsem tušil zadní sklo. Strefil jsem se jen do čalounění. Rychle jsem začal znovu šmátrat rukou, až jsem přímo nad hlavou nahmatl sklo. Vší silou jsem do něho praštil. Sklo prasklo. Bylo to pevné, laminované sklo. Proklínal jsem firmu Rolls Royce za její kvalitní výrobky. Znovu jsem uhodil do skla. Nemohl jsem se pořádně rozmáchnout. Ještě jednou. Konečně se vysypala díra. Z díry začala téct voda, ale netekla prudce. Okno tedy bylo pod hladinou, ale ne hluboko. ...“

Příklady problémových experimentů

1. Perpetuum mobile s plechovkami

Postavte plechovku (raději vyšší) na polystyrén. Vložte nabitou tyč do plechovky a ke kraji plechovky přiložte doutnavku. Doutnavka blikne. Doutnavku dejte pryč a pak oddalte i tyč. Po opětovném přiložení doutnavky k plechovce uvidíte druhé bliknutí. Celý děj můžete mnohokrát opakovat. Pozorujete, že doutnavka bliká, aniž by se nabitá tyč plechovky dotkla.



Tento pokus je poměrně překvapivý. Při jeho řešení žáci musí prokázat porozumění principu elektrostatische indukce. Po vyřešení problému můžete se žáky mluvit i o tom, zda může nebo nemůže existovat perpetuum mobile.

2. Nabíjení plechovky vodou

Postavte plechovku na polystyrén. Na kraj plechovky pověste lístek alobalu – ten funguje jako lístek elektroskopu. (Vyzkoušejte, zda se plechovka dá nabít otřením nabitě tyče, tedy zda se lístek alobalu zvedá). Plechovku vybijte. Připravte si druhou plechovku s trochou vody. Nabijte tyč a z druhé plechovky lijte do stojící plechovky pomalu tenký pramínek vody (tak, aby se voda se během padání rozpadala na kapičky). Nabitou tyč přiblížte k padající vodě. Pozorujete zvedání lístku alobalu. Pomocí tyče zjistíte, že plechovka se nabíla nábojem opačným, než je na tyči.



Experiment je pro žáky zajímavý a překvapivý – zvláště proto, že se často v souvislosti s elektrostatikou mluví o tom, že pokusy nefungují, neboť je vzduch vlhký.

Na Veletrhu nápadů učitelů fyziky 6 v Olomouci v roce 2001 předvedl prof. Emanuel Svoboda malou vodní influenční elektrárnu, která vychází ze stejného principu. Popis experimentu i s podrobným vysvětlením lze najít v souhrnném sborníku na CD [3] nebo na webu [4].

Závěr

Věřím, že uvedené náměty Vám budou inspirací pro Vaši vlastní problémovou výuku. Budete-li mít jakékoliv komentáře k úlohám či experimentům, budu ráda, když mne budete kontaktovat mailem. Pokud byste se chtěli seznámit s dalšími úlohami z projektu Heuréka, či s ukázkami metodiky projektu, můžete se podívat na naše webové stránky [5]. Pokud by Vás projekt zaujal a chtěli jste se také zapojit, ozvěte se, rádi Vás mezi sebe přivítáme.

Literatura a odkazy

- [1] Perelman, J. I.: *Zajímavá fyzika*, Praha: Mladá fronta, 1962. ISBN 23-073-62
- [2] Francis, D.: *Hra na fanty*, Praha: Olympia, 1984, s.182, ISBN 27-034-84
- [3] *Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávání. Pro učitele fyziky a nejen pro ně. (Souhrnný elektronický sborník na CD.)* Ed.: Dvořák L., Broklová Z. Praha: Prometheus, 2005.
- [4] Svoboda, E. Pokus z elektrostatiky (Malá vodní influenční elektrárna) [online]. c2006. [cit. 24. 10. 2007]. Dostupné z:
<http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_06/06_19_SvobodaE.html>
- [5] *Projekt Heuréka* [online]. c2004. [cit. 24. 10. 2007]. Dostupné z:
<<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>>

**TEST
VĚDECKÉHO UVAŽOVÁNÍ**

Verze s výběrem odpovědí

Instrukce pro studenty

Tento test zjišťuje vaši schopnost aplikovat některé rysy vědeckého a matematického uvažování na analýzu situace, abyste předpověděli, co se bude dít, nebo vyřešili problém. Zaškrtněte na listu pro odpovědi u každé položky odpověď, kterou považujete za nejlepší. Pokud úplně nechápete otázku, požádejte zadavatele testu, aby vám ji objasnil.

Jméno a příjmení (nebo Váš kód): _____

NEOTVÍREJTE TOTO ZADÁNÍ, DOKUD K TOMU NEDOSTANETE POKYN.

Příloha č. 14 – Lawsonův test

1. Máte dvě hliněné kuličky stejné velikosti a tvaru. Obě kuličky mají také stejnou váhu. Jedna kulička je pak splácnuta do tvaru koláčku. Které z následujících tvrzení je správné?

- a. Splácnutý kousek hlíny váží víc než kulatý
- b. Oba kousky váží stejně
- c. Kulička váží víc než splácnutý kousek

2. protože

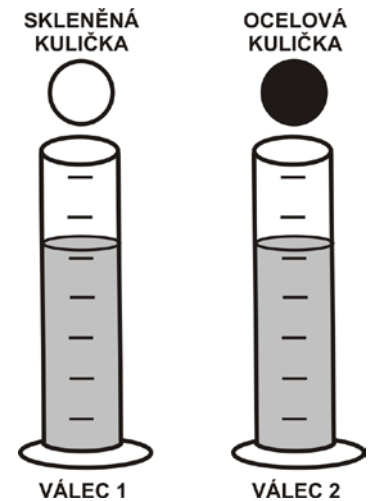
- a. splácnutý kousek pokrývá větší plochu.
- b. kulička tlačí dolů víc na jednom místě.
- c. když se něco splácne, ztratí to na váze.
- d. hlína nebyla přidána ani odebrána.
- e. když se něco splácne, získá to na váze.

3. Na pravé straně jsou obrázky dvou válců naplněných vodou do stejné výšky. Válce mají stejnou velikost a tvar.

Na obrázku jsou ukázány také dvě kuličky, jedna skleněná a jedna ocelová. Kuličky jsou stejně velké, ale ocelová je mnohem těžší než skleněná.

Když je skleněná kulička vložena do válce 1, potopí se na dno a voda stoupne k šesté značce. Jestliže vložíme ocelovou kuličku do válce 2, voda stoupne:

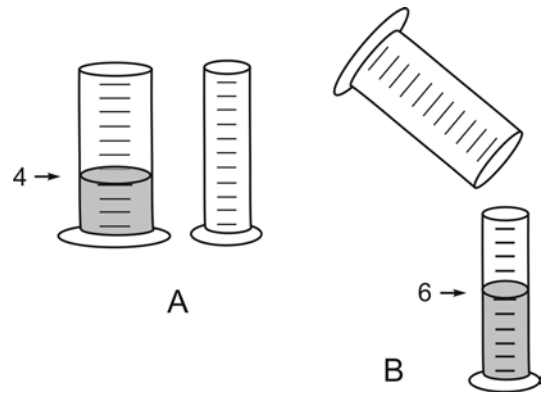
- a. do stejné výšky jako stoupla ve válci 1
- b. do větší výšky než do níž stoupla ve válci 1
- c. do menší výšky než do níž stoupla ve válci 1



4. protože

- a. ocelová kulička se potopí rychleji.
- b. kuličky jsou z různých materiálů.
- c. ocelová kulička je těžší než skleněná.
- d. skleněná kulička vyvolá menší tlak.
- e. kuličky mají stejnou velikost.

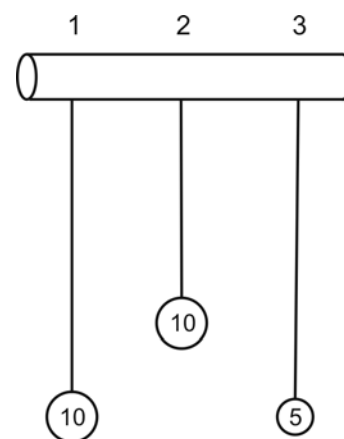
5. Na obrázku vpravo jsou zobrazeny široký a úzký válec. Na válcích jsou značky ve stejných vzdálenostech od sebe. Do širšího válce je nalita voda po 4. značku (viz A). Když je voda přelita do úzkého válce, vystoupí po 6. značku (viz B).



Oba válce jsou vylity (není znázorněno) a pak je do širokého válce nalita voda po 6. značku. *Jak vysoko vystoupí voda, když ji přelijeme do prázdného úzkého válce?*

- asi k 8. značce
 - asi k 9. značce
 - asi k 10. značce
 - asi k 12. značce
 - žádná z předchozích odpovědí není správná
6. *protože*
- odpověď nelze určit ze zadaných informací.
 - v prvním případě stoupla o 2 značky, takže opět vystoupí o 2 značky.
 - pro každé 2 značky v širokém válci stoupne o 3 značky v úzkém.
 - druhý válec je užší.
 - vodu musíme do válců skutečně nalít a pozorovat, co se stane.
7. Nyní nalijeme vodu do úzkého válce (popsaného výše v bodě 5) k 11. značce. *Jak vysoko voda vystoupí, když ji přelijeme do prázdného širokého válce?*
- asi na $7 \frac{1}{2}$ (polovinu nad 7. značku)
 - asi k 9. značce
 - asi k 8. značce
 - asi k $7 \frac{1}{3}$ (třetinu nad 7. značku)
 - žádná z předchozích odpovědí není správná
8. *protože*
- poměry musí zůstat stejné.
 - vodu musíme do válců skutečně nalít a pozorovat, co se stane.
 - odpověď nelze určit ze zadaných informací.
 - předtím byla výška o 2 nižší, tak musí být zas o 2 nižší.
 - pro každé 3 značky v úzkém válci odečtete 2 v širším.

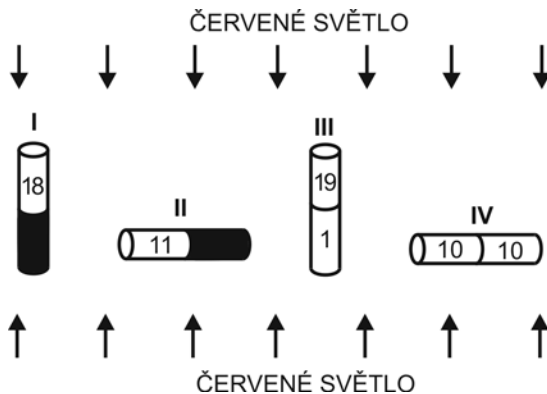
9. Obrázek vpravo ukazuje tři provázky visící z tyčky. Na koncích všech tří provázků jsou připevněna kovová závaží. Provázky 1 a 3 mají stejnou délku. Provázek 2 je kratší. Na konci provázku 1 je závaží o tíze 10 jednotek. Závaží o tíze 10 jednotek je připevněno i na konci provázku 2. Závaží o tíze 5 jednotek je připevněno na konci provázku 3. Provázky a k nim připevněná závaží se mohou kývat a můžeme měřit dobu jejich kmitu.



Řekněme, že byste chtěli určit, zda má délka provázku vliv na dobu, za níž se kývá tam a zpět. *Které provázky byste si vybrali, abyste to zjistili?*

- a. jen jeden provázek
 - b. všechny tři provázky
 - c. 2 a 3
 - d. 1 a 3
 - e. 1 a 2
10. *protože*
- a. musíme užít nejdelší provázek.
 - b. musíme porovnat provázky s lehkým a s těžkým závažím.
 - c. se liší jen délka.
 - d. potřebujeme provést všechna možná srovnání.
 - e. se liší hmotnosti.

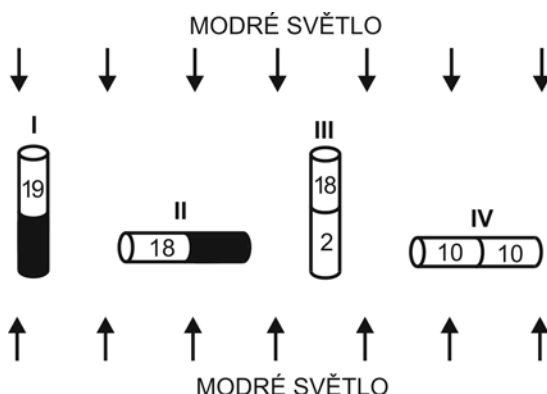
11. Do každé ze čtyř skleněných trubiček dáme dvacet ovocných mušek. Trubičky těsně uzavřeme. Trubičky I a II jsou zčásti pokryty černým papírem. Trubičky III a IV nejsou vůbec zakryté. Trubičky jsou umístěny tak, jak to ukazuje obrázek. Pak je vystavíme červenému světlu po dobu pěti minut. Na obrázku jsou uvedeny počty mušek v nezakrytých částech trubiček.



Tento experiment ukazuje, že mušky reagují (to znamená, že se posunou blíž nebo dál) na:

- červené světlo, ale ne na gravitaci
 - gravitaci, ale ne na červené světlo
 - červené světlo i na gravitaci
 - nereagují ani na červené světlo ani na gravitaci
12. *protože*
- většina mušek je v horní části trubičky III, ale jsou rozmístěny zhruba rovnoměrně v trubičce II.
 - většina mušek nejde ke dnu trubiček I a III.
 - mušky potřebují světlo, aby viděly a musí letět proti gravitaci.
 - většina mušek je v horních koncích a v osvětlených koncích trubiček.
 - nějaké mušky jsou na obou koncích každé trubičky.

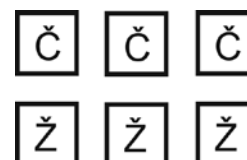
13. V druhém pokusu byl užít jiný druh mušek a modré světlo. Obrázek ukazuje výsledky.



Tato data ukazují, že mušky reagují (to znamená, že se posunou blíže nebo dál) na:

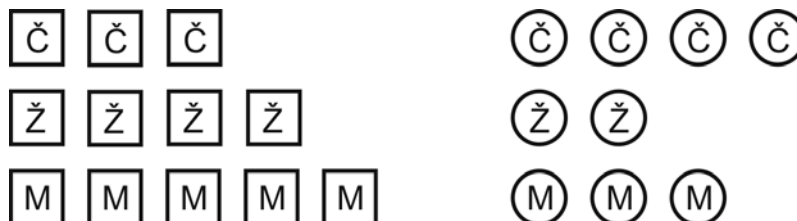
- modré světlo, ale ne na gravitaci
 - gravitaci, ale ne na modré světlo
 - modré světlo i na gravitaci
 - nereagují ani na modré světlo ani na gravitaci
14. protože
- nějaké mušky jsou na obou koncích každé trubičky.
 - mušky potřebují světlo, aby viděly a musí letět proti gravitaci.
 - mušky jsou rozděleny zhruba stejně v trubičce IV a v horní části trubičky III.
 - většina mušek je v osvětlené části trubičky II, ale nejdou dolů v trubičkách I a III.
 - většina mušek je v horní části trubičky I a v osvětlené části trubičky II.

15. Šest čtvercových kousků dřeva dáme do látkového sáčku a promícháme. Všech šest kousků má stejnou velikost a tvar, ale tři kousky jsou červené a tři žluté. Předpokládáme, že někdo sáhne do sáčku (aniž by se díval) a vytáhne jeden kousek. *Jaká je šance, že vytažený kousek je červený?*



- 1 ze 6
 - 1 ze 3
 - 1 ze 2
 - 1 z 1
 - nelze určit
16. protože
- 3 ze 6 kusů jsou červené.
 - nelze nijak říci, který kousek bude vytažen.
 - je vytažen jen 1 kus ze 6 kusů v sáčku.
 - všech 6 kusů má stejnou velikost a tvar.
 - může být vytažen jen 1 červený kus ze 3 červených kusů.

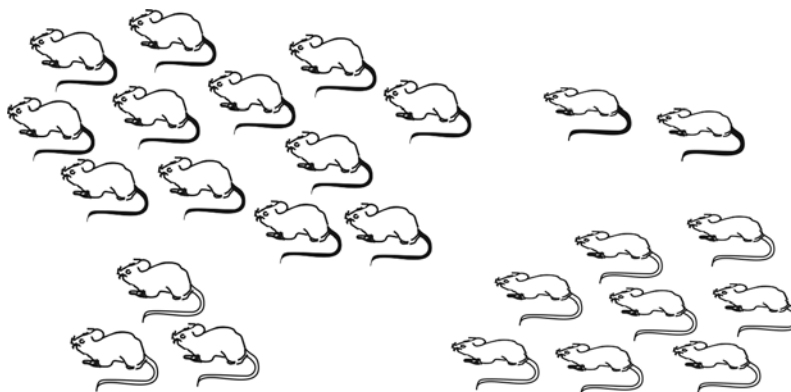
17. Do látkového sáčku dáme tři červené dřevěné čtverečky, čtyři žluté dřevěné čtverečky a pět modrých dřevěných čtverečků. Do sáčku dáme také čtyři červená kolečka, dvě žlutá kolečka a tři modrá kolečka. Všechny kousky pak v sáčku promícháme. Předpokládejme, že někdo sáhne do sáčku (aniž by se díval a aniž by se staral o tvar, na který sahá) a vytáhne jeden kousek.



Jaká je šance, že vytažený kousek je červené kolečko nebo modré kolečko?

- a. nelze je určit
 - b. 1 ze 3
 - c. 1 z 21
 - d. 15 z 21
 - e. 1 ze 2
18. *protože*
- a. 1 ze 2 tvarů je kulatý.
 - b. 15 z 21 kousků je červených nebo modrých.
 - c. nelze určit, který kousek bude vytažen.
 - d. ze sáčku je vytažen jen 1 kousek z 21.
 - e. 1 ze 3 kousků je červené nebo modré kolečko.

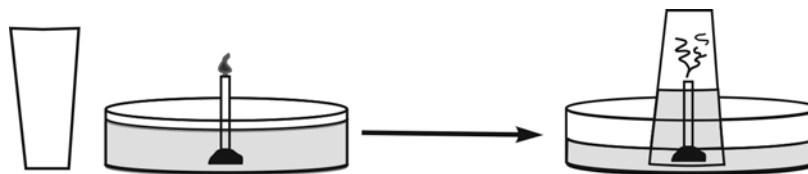
19. Farmář Brown pozoroval myši žijící na jeho poli. Zjistil, že každá je buď tlustá nebo hubená. Také měla každá z nich buď černý nebo bílý ocas. Napadlo ho, jestli velikost myši nějak souvisí s barvou jejího ocasu. Pochytil proto všechny myši v určité části pole a prohlédl si je. Obrázek ukazuje všechny myši, které pochytal.



Myslíte, že je nějaká souvislost mezi velikostí myší a barvou jejich ocasu?

- a. zdá se, že souvislost existuje
 - b. zdá se, že žádná souvislost neexistuje
 - c. nelze učinit rozumný závěr
20. *protože*
- a. pro každou možnost je tu několik myší.
 - b. souvislost mezi velikostí myší a barvou jejich ocasu může být dána geneticky.
 - c. farmář nepochytil dost myší.
 - d. většina tlustých myší má černé ocasy a většina hubených myší má bílé ocasy.
 - e. když myši tloustnou, jejich ocasy tmavnou.

21. Levý obrázek níže ukazuje skleničku a hořící svíčku stojící v nádobce s vodou. Svíčka je na dno přichycena malým kouskem plastelíny. Když skleničku obrátíme, přiklopíme jí svíčku a postavíme do vody, svíčka rychle zhasne a voda se nahnula do sklenice (jak ukazuje obrázek vpravo).



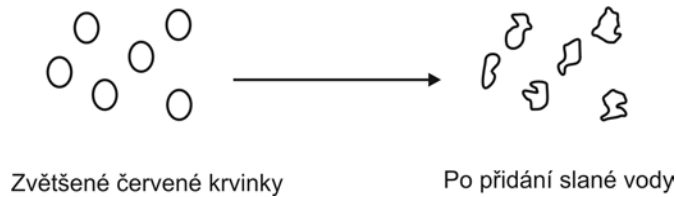
Když pozorujeme, co se stalo, může nás napadnout otázka: Proč se voda nahnula do sklenice?

Jedno možné vysvětlení: Plamen mění kyslík na oxid uhličitý. Protože kyslík se rozpouští ve vodě jen pomalu, ale oxid uhličitý velmi rychle, vytvořený oxid uhličitý se rychle rozpustí ve vodě a tím se pod sklenicí sníží tlak.

Předpokládejme, že máte výše uvedené věci a navíc zápalky a nějaký suchý led (suchý led je zmrzlý oxid uhličitý). *Jak byste s využitím těchto materiálů mohli otestovat výše uvedené možné vysvětlení?*

- Nasytit vodu oxidem uhličitým a opakovat experiment. Všimnout si přitom, o kolik stoupne voda.
 - Voda stoupne, protože se spotřebovává kyslík, takže je potřeba zopakovat pokus přesně stejným způsobem, abychom ukázali, že voda stoupá díky úbytku kyslíku.
 - Provést kontrolovaný pokus, při němž budeme měnit pouze počet svíček, abychom viděli, zda nastane nějaký rozdíl.
 - Za vzestup hladiny může sání, takže je třeba vzít na obou koncích otevřený válec, přes jeden jeho konec navléknout gumový pouťový balónek a tímto válcem pak přiklopit svíčku.
 - Opakovat experiment, ale ujistit se, že všechny nezávisle proměnné jsou konstantní, potom měřit výšku, do níž voda vystoupí.
22. Který výsledek vašeho testování (uvedeného výše v bodě 21) by ukázal, že uvedené vysvětlení je pravděpodobně špatné?
- Voda stoupne do téže výše jako v předešlém pokusu.
 - Voda stoupne méně než v předešlém pokusu.
 - Balónek se nafoukne ven z válce.
 - Balónek je vsáván do válce.

23. Student kápl kapku krve na podložní sklíčko a podíval se na krev mikroskopem. Jak ukazuje obrázek níže, zvětšené červené krvinky vypadají jako kulaté balóčky. Po přidání několika kapek slané vody si student všiml, že se buňky zmenšují.



Pokus nás přivádí k zajímavé otázce: Proč se zdá, že se červené krvinky zmenšují?

Zde jsou dvě možná vysvětlení: I. Ionty soli (Na^+ a Cl^-) tlačí na membránu buňky a způsobují tak, že se buňky zmenšují. II. Molekuly vody se přitahují k iontům soli, takže se molekuly vody pohybují ven z buněk a buňky se zmenšují.

Aby otestoval tato vysvětlení, student použil slanou vodu, velmi přesné váhy a plastové sáčky naplněné vodou. Předpokládal přitom, že daný plast se chová stejně jako membrána červených krvinek. Pokus zahrnoval přesné zvážení sáčku naplněného vodou, jeho následné umístění do roztoku soli na dobu deset minut a opětovné zvážení.

Jaký výsledek experimentu by nejlépe ukázal, že vysvětlení I je patrně špatné?

- a. sáček je při druhém zvážení lehčí
 - b. sáček váží stejně
 - c. sáček vypadá menší
24. *Jaký výsledek experimentu by nejlépe ukázal, že vysvětlení II je patrně špatné?*
- a. sáček je při druhém zvážení lehčí
 - b. sáček váží stejně
 - c. sáček vypadá menší

Příloha č. 15 – Poster na konferenci GIREP 2009

The Heureka* Project: Building Community and Improving Physics Education for Teachers and Students in the Czech Republic

Irena Dvořáková, Leoš Dvořák

*in English, "Eureka"



Faculty of Mathematics and Physics
Charles University in Prague
Czech Republic

The Heureka project concentrates mainly on physics education for ages 12-18. It aims to improve the teaching of physics as such, as well as the interactions of teachers with their students. It brings together teachers from different types of schools, future teachers, university faculty, and other people interested in physics education.

Heureka for students

A discovery learning-based ('semi-heuristic') approach to physics teaching. The main ideas were formulated by teachers themselves in 1990's.



Main characteristics of the teaching process in this project:

- ✓ A high rate of student/teacher interaction.
- ✓ An inquiry-based approach to teaching.
- ✓ Nature is the final authority, not the words of the teacher.
- ✓ Mistakes are normal and an important part of the learning process.

Example: From a smart table to smart water

Part of the methodological sequence for children about 13 years old

Good morning, children!
Do you know we have a very smart table in our classroom?
If you don't believe me, take a look.
There are several things on the table.
Our table knows where those things are, how heavy they are and moreover, it knows if you have drunk up some water!

All the things on the table are at rest, so the resulting force on each of them is zero. There is a gravitation force affecting all things, so there is a force exerted by each thing on the table. The table must exert the same force on the things in the opposite direction. If you move a thing or drink some water, the table immediately recognizes it and changes its forces. Therefore your table really knows where those things are and how heavy they are. Isn't it smart and intelligent?



To solve this "puzzle" the teacher starts the discussion with children and together they do experiments which help them to understand that the "table force" results from the bending of the surface. Finally teacher and children formulate Newton's 3rd law.

A very similar methodological sequence is used several weeks later. The teacher tells the children that there is not only a smart table in their classroom but also smart water. The teacher shows them a glass of water with a piece of wood and asks them "What forces are acting on the wood as it lies motionless on the surface of the water?" Children themselves identify "the force of water". Then they start to investigate properties of buoyancy.

Heureka for teachers

This style of teaching must be experienced first hand. It is impossible to learn it from a manual, so we organize seminars for teachers who want to teach according to the Heureka principles.

Main characteristics of seminars for new participants:

- ✓ Seminars are completely voluntary.
- ✓ They are free of charge.
- ✓ They take place during weekends.
- ✓ The basic course lasts two years, about 8 weekends in total.
- ✓ Seminars are quite informal - e.g. teachers sleep at the school in their sleeping bags during the seminar.
- ✓ Teachers experience the same learning process as students during the seminars.



How do the participants feel about Heureka?

Examples of feedback from the seminar for new participants, March 2009 (questionnaire, answers on a scale from -2 (very bad) to +2 (very good), 25 participants)

	TOPIC	How it was interesting	How it was useful
		average mark	
FRIDAY	HOMEWORK	1.79	1.52
SATURDAY	GRAF-PAIRS	1.94	1.82
	DENSITY	1.64	1.76
	TEMPERATURE	1.64	1.68
	MOTION	1.46	1.64
	PHYSICS IN MOTION (project)	1.67	1.73
SUNDAY	FORCES	1.80	1.84
	PHYSICS WITH PAPER SHEET	2.00	1.62
	NEWTON LAWS	1.76	1.88
	OVERALL IMPRESSION	1.96	1.94

These good results are not caused by courtesy only. If the topic is not interesting for teachers, they "mark" it very strictly (e.g. an explanation of the Cavendish experiment in the previous seminar received low marks of 1.12 and 0.29).

What resulted from it all:

Heureka as A PHYSICS TEACHER COMMUNITY (informal, productive, open...)

Activities after two-year introductory course include:

- ✓ Regional seminars
- ✓ Common seminars
- ✓ Annual conferences "Heureka workshops" in Nachod (since 2003)
 - a weekend full of physics that can be used in schools
 - some 15 workshops led by teachers themselves
 - guests from abroad (join us - language is no problem!)

Heureka extends beyond Czech Republic:

- ✓ There are participants from Slovakia, and elsewhere...



A closer look at the participants in the project: What our participants think

A questionnaire was sent to 98 teachers, 62 responded.

How old are your students?	12-15 years	12-18 years	15-18 years	> 18 years
How long have you been in the Heureka project?	28	14	14	6
Attendance on seminars was useful for me as a person	1-3 years	4-6 years	7-10 years	> 10 years
Attendance on seminars was useful for me as a teacher	27	15	12	8
	Strongly agree	Agree	Disagree	Strongly Disagree
	44	18	0	0
	Strongly agree	Agree	Disagree	Strongly Disagree
	53	9	0	0

What does the Heureka Project mean for you?

- ✓ Heureka is something that changed my teaching career.
- ✓ I am here for my students and Heureka is here for me.
- ✓ Inspiration, a wider view of the world, discussions, open-mindedness, meeting, sharing, broadening of horizons.
- ✓ I discovered what physics is really about.
- ✓ A place to meet with enthusiastic people, a lot of ideas, experiments and joy of learning.
- ✓ An inspiration when thinking about my own approach to teaching.
- ✓ Heureka was the first time in my life that I met people who are doing physics with their hands and not just with numbers.

Contacts:

Irena Dvorakova
irena.dvorakova@mff.cuni.cz

Leos Dvorak
leos.dvorak@mff.cuni.cz

web: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/en/>

Příloha č. 16 – Dotazníky pro učitele

A. Dotazník pro učitele zapojené do projektu Heuréka (jaro 2008)

Vážení kolegové, Heuréka brzy dovrší dvacet let své existence a je tedy příležitost k malému ohlédnutí. Semináři prošlo několik desítek lidí a vy patříte mezi ně. Ráda bych získala zpětnou vazbu, zda a případně jak používáte metodiku Heuréky ve své výuce. Je to pro mne důležité nejen proto, abych zjistila, jestli má moje práce nějaký dlouhodobější dopad, ale také bych ráda využila získané výsledky při prezentaci našeho projektu na různých konferencích.

Prosím Vás proto a vyplnění tohoto krátkého dotazníku. To nejdůležitější pro mne je, aby vaše odpovědi byly pravdivé. Nerada bych, abyste mi psali, co všechno používáte, pokud by to nebyla pravda. Věřím, že se Vám i v tomto hektickém závěru školního roku podaří najít si chvíli na zamyšlení a odpověď.

Nepoužívám žádný webový formulář, abyste mohli libovolně přidávat řádky, formátovat svoji odpověď a podobně.

U procentuálně formulovaných odpovědí mi stačí zaokrouhlení na: *méně než 20%; 20 – 40%; 40 – 60%; 60 – 80% a 80 – 100%.*

Jméno a příjmení:

Na jaké škole učíte (typ školy, stupeň):

Počet let praxe (ve škole):

Počet let v Heuréce:

1. Účast na seminářích Heuréky byla (či je) přínosem:

- pro mne jako člověka:
velmi souhlasím – souhlasím – spíše nesouhlasím – velmi nesouhlasím
- pro mne jako učitele fyziky
velmi souhlasím – souhlasím – spíše nesouhlasím – velmi nesouhlasím

Pokud pro Vás účast na seminářích byla přínosem, pokuste se prosím slovně formulovat, v čem konkrétně ten přínos pro sebe vidíte:

2. Napište prosím, jaký přínos pro Vás má či měla účast na jednotlivých typech seminářů. (Pokud jste se daného semináře nikdy neúčastnil/neúčastnila, napište to prosím do odpovědi).

- učitelská školka
- region
- společné „old“ semináře
- Náchod
- další (např. zájezdy, Heuréka pro šťoury)

3. Metodiku Heuréky (čili scénáře hodin, metodiku tematických celků) při přípravě hodin využívám: *ano (alespoň zčásti) – ne*

Pokud ano, používáte metodiku Heuréky jako:

- občasnou inspiraci pro Vaše vlastní přípravy

- jeden z hlavních zdrojů námětů pro práci se žáky
- jinak:.....

Prosím, pokuste se odhadnout, kolik procent Vašich hodin vychází z metodiky Heuréky (stačí zaokrouhleně – viz poznámka výše):

4. Sbírkou úloh a námětů na laboratorní práce při přípravě hodin využívám: *ano – ne*

Pokud ano, pokuste se odhadnout, kolik procent Vašich úloh, problémů, testů vychází z metodiky Heuréky:

5. Sborníky z Náchoda při přípravě hodin využívám: *ano – ne*

Pokud ano, pokuste se prosím odhadnout, jak často nějaký námět při výuce použijete:

Popište prosím, které náměty (resp. náměty z kterých dílen) jste využili, případně jaké jste s tím měli zkušenosti:

6. Wiki Heuréky při své práci ve škole používám:

Vůbec ne – zřídka – často – velmi často

Pokud ano, napište prosím, co konkrétně z wiki používáte:

7. Máte nějaké připomínky, náměty ke zlepšení fungování Heuréky?

(Mohou se týkat nejen metodiky Heuréky, ale třeba i pořádaných seminářů, komunikace s učiteli, webu, wiki, atd.)

8. Zkuste prosím jednou větou vyjádřit, čím pro Vás byla či je Heuréka.

9. Libovolné další komentáře, připomínky, atd.

Předem Vám velice děkuji za odpovědi a těším se na Vaše názory.

Irena Dvořáková

B. Dotazník pro účastníky 4. běhu učitelské školky – 1. část

Otázky okolo výuky...

(Heuréka, 22. 11. 2008)

Moje značka:

Už jsem kus Heuréky absolvoval/a: ANO NE

-
1. Proč učím fyziku?
 2. Co chci, aby si moji žáci z fyziky „odnesli“?
 3. Jak vypadají moje typické hodiny fyziky?
 - a) Co dělám já?
 - b) Co dělají žáci?
 4. Jsem spokojen s tím, jak učím? (-2.. vůbec ne, -1.. ne, 0..tak i tak, +1.. ano, +2.. rozhodně ano)
 5. Které postupy se mi ve výuce osvědčily, co mi funguje?
 6. Co mě ve výuce omezuje, co mi překáží?
 7. Za nejdůležitější pro úspěšnou výuku považuji
 8. Čemu bych se chtěl/a jako učitel/ka naučit, příučit, v čem bych se chtěl/a zlepšit?

C. Dotazník pro účastníky 4. běhu učitelské školky – 2. část

Otázky okolo výuky...podruhé

(Heuréka, 22. května 2010)

Moje značka:

1. Co chci, aby si moji žáci z fyziky „odnesli“?
2. Jak vypadají moje typické hodiny fyziky?
 - a) Co dělám já?
 - b) Co dělají žáci?
3. Jsem spokojen s tím, jak učím? Proč?
4. Změnilo se něco na Vašem přístupu k fyzice během posledních dvou let? Co? Jak?
5. Čím pro Vás byla účast na seminářích významná
 - a) jako pro učitele
 - b) jako pro člověka
6. Čemu jste se podle Vašeho názoru na Heuréce naučila, přiučila?
7. Zkuste heslem či krátkou větou charakterizovat, čím je pro Vás Heuréka.
8. Co z Heuréky nejspíš budete ve své výuce používat, co nejspíš ne?
9. Máte zájem zúčastnit se dalších aktivit Heuréky?

Po napsání odpovědí si prosím vezměte svůj minulý dotazník (z listopadu 2008), přečtěte si ho a na druhou stranu papíru mi napište libovolné komentáře, které vás při čtení napadají.

Děkuji za vyplnění

Irena Dvořáková