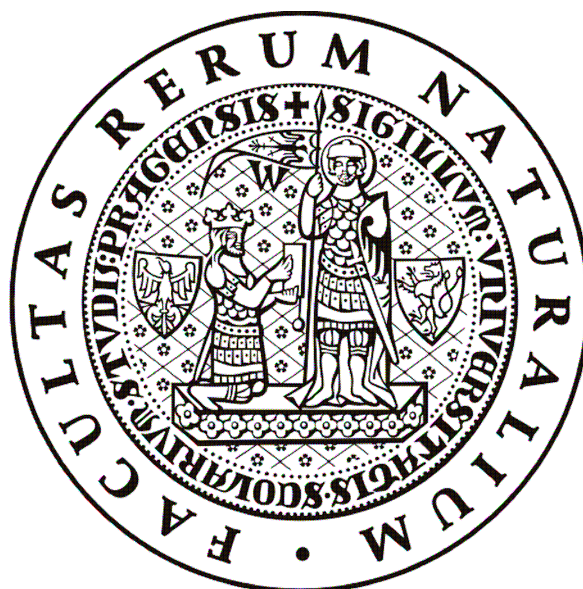


UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky chemie

Vzdělávání v chemii



DISERTAČNÍ PRÁCE

**Integrovaná přírodovědná výuka
a historie přírodních věd v chemickém
vzdělávání**

Vypracoval: Mgr. Michal Šíba

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Helena Klímová, CSc.

Praha 2013

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto disertační práci jsem vypracoval samostatně, s použitím doporučené odborné literatury, kterou jsem všechnu citoval v seznamu literatury, a pod odborným vedením vedoucí této práce.

Dále prohlašuji, že jsem předkládanou disertační práci ani její podstatnou část nepředložil k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Místo a datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí práce, paní doc. RNDr. Heleně Klímové, CSc., za odborné vedení, za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování.

Dále děkuji kolegům z Katedry učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy RNDr. Pavlu Teplému, Ph.D., RNDr. Petru Šmejkalovi, Ph.D. a Mgr. Veronice Koldové za spolupráci na projektech souvisejících s tématem práce. Rovněž děkuji všem učitelům chemie, kteří byli tak laskaví a zúčastnili se mého dotazníkového šetření nebo ověřování didaktických materiálů.

KLÍČOVÁ SLOVA PRÁCE

Chemické vzdělávání; Integrovaná přírodovědná výuka; Historie přírodních věd ve výuce; Integrace humanitních věd do přírodovědného vzdělávání

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK (v abecedním pořadí)

ČSÚ – Český statistický úřad

EACEA - The Education, Audiovisual and Culture Executive Agency

EU – Evropská unie

EURYDICE – Information Network of EACEA

FAST – Foundational Approaches Science Teaching

FOSS – Full Option Science Series

FRVŠ – Fond rozvoje vysokých škol

HIPST – History and Philosophy in Science Teaching

HPV – historie přírodních věd

IBSE – Inquiry Based Science Education

IHPST – the International History, Philosophy and Science Teaching Group

IPV - Integrovaná přírodovědná výuka

ISCED - International Standard Classification of Education

IUPAC - the International Union of Pure and Applied Chemistry

IYC – International Year of Chemistry

KUDCh – Katedra učitelství a didaktiky chemie

MŠMT – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky

NSES – National Science Education Standards

Ph.D. – doctor philosophiae

PORG – První obnovené reálné gymnázium

PřF – Přírodovědecká fakulta

RVP – Rámcové vzdělávací programy

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SŠ – střední škola

ŠVP – Školní vzdělávací program

TIMMS - Trends in International Mathematics and Science Study

ÚIV – Ústav pro informace ve vzdělávání

UK – Univerzita Karlova

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

ZŠ – základní škola

OBSAH

- 1. ÚVOD (9)**
- 2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE (11)**
- 3. INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDNÁ VÝUKA (13)**
 - 3.1. Základní východiska integrované přírodovědné výuky (13)**
 - 3.1.1. Integrovaná přírodovědná výuka a integrované kurikulum (13)
 - 3.1.2. Konstruktivismus v přírodovědném vzdělávání (14)
 - 3.1.3. Důvody pro integraci přírodovědného učiva (16)
 - 3.2. Úrovně a přístupy k integraci učiva (17)**
 - 3.2.1. Dělení IPV a její úrovně (17)
 - 3.2.2. Přístupy k IPV (20)
 - 3.3. Zkušenosti ze zahraničí s IPV (21)**
 - 3.3.1. Organizace výuky přírodovědných předmětů v zemích EU (21)
 - 3.3.2. Projekt FAST na slovenských školách (24)
 - 3.3.3. Projekt přírodovědného vzdělávání v Maďarsku (24)
 - 3.3.4. Integrované projekty v Německu (28)
 - 3.3.5. Projekt FOSS v USA (29)
 - 3.4. Shrnutí kapitoly (31)**
- 4. INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDNÁ VÝUKA V ČESKÉM ŠKOLNÍM SYSTÉMU (33)**
 - 4.1. Platné kurikulární dokumenty (33)**
 - 4.1.1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (33)
 - 4.1.2. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (34)
 - 4.2. Didaktické materiály pro integrovanou výuku na českém trhu (35)**
 - 4.2.1. Učebnice pro integrovanou výuku (36)
 - 4.2.2. Projekt Syntézou poznatků přírodních věd k rozvoji klíčových kompetencí (38)
 - 4.3. Prostředky integrované přírodovědné výuky (40)**
 - 4.3.1. Metody a formy výuky využitelné v IPV (40)
 - 4.3.2. Didaktický systém IPV dle projektu Konstruktivismus a jeho aplikace (41)
 - 4.3.3. Projektové vyučování jako prostředek integrace (43)
 - 4.3.4. Experiment jako prostředek integrace (44)
 - 4.4. Zkušenosti s integrovaným předmětem na českých gymnáziích (44)**
 - 4.4.1. První obnovené reálné gymnázium (45)
 - 4.4.2. Gymnázium Jana Keplera (47)
 - 4.4.3. Srovnání Integrované přírodovědy a Přírodovědy (50)
 - 4.5. Shrnutí kapitoly (51)**
- 5. DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ – INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDNÁ VÝUKA (53)**
 - 5.1. Dotazník – Integrovaná výuka přírodních věd (54)**
 - 5.1.1. Typy otázek v dotazníku a jeho distribuce (54)

- 5.1.2. Krajově diferencovaná distribuce (55)
- 5.1.3. Předpoklady a cíle dotazníkového šetření (59)
- 5.1.4. Výsledky dotazníkového šetření (60)
- 5.1.5. Srovnání předpokladů se zjištěnými výsledky (66)
- 5.2. Shrnutí kapitoly (67)**
- 6. HISTORIE PŘÍRODNÍCH VĚD VE VZDĚLÁVÁNÍ (68)**
 - 6.1. Základní východiska (68)**
 - 6.1.1. Důvody pro implementaci historie do výuky přírodovědných předmětů (68)
 - 6.2. Projekt HIPST (70)**
 - 6.2.1. Představení projektu (70)
 - 6.2.2. Cíle projektu (71)
 - 6.2.3. HipstWiki (72)
 - 6.3. Shrnutí kapitoly (73)**
- 7. STUDIJNÍ TEXTY A TEST K TÉMATU HISTORIE PŘÍRODNÍCH VĚD (74)**
 - 7.1. Studijní texty (74)**
 - 7.1.1. Zpracované etapy přírodovědného vývoje (74)
 - 7.1.2. Struktura studijních textů a očekávané výstupy (75)
 - 7.1.3. Typy úkolů (76)
 - 7.2. Didaktický test v programu Adobe Flash (78)**
 - 7.3. Metodika práce s texty a testem (79)**
 - 7.4. Metodika práce s CD (80)**
 - 7.5. Ověření pracovních listů (82)**
 - 7.5.1. Autorské ověření (82)
 - 7.5.2. Ověření na jiných gymnáziích (84)
 - 7.5.3. Hodnocení pracovních listů a tématu HPV žáky (85)
 - 7.5.4. Hodnocení pracovních listů a tématu HPV učiteli (89)
 - 7.6. Shrnutí kapitoly (90)**
- 8. PROJEKTY REALIZOVANÉ V RÁMCI DISERTAČNÍ PRÁCE (91)**
 - 8.1. Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů (91)**
 - 8.1.1. Cíle projektu (91)
 - 8.1.2. Charakteristika projektu (92)
 - 8.1.3. Závěry z projektu (93)
 - 8.2. Praha alchymistická (93)**
 - 8.2.1. Charakteristika kurzu Praha alchymistická (93)
 - 8.2.2. Realizace kurzů (94)
 - 8.2.3. Závěry z kurzů (96)
 - 8.3. Shrnutí kapitoly (96)**
- 9. DISKUZE (98)**
- 10. ZÁVĚR (101)**

11. ABSTRAKT / SUMMARY (103)

12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÉ ODKAZY (104)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Dotazníkové šetření pro učitele chemie na gymnáziích

Příloha B: Výsledky šetření podle krajů

Příloha C: Dotazník k pracovním listům Historie přírodních věd

Příloha D: CD – Historie přírodních věd ve vzdělávání

Příloha E: CD – Text disertační práce

1 ÚVOD

Integrace učiva, učení se v souvislostech, mezioborové vztahy, průřezová témata, interdisciplinární charakter výuky – to vše jsou pojmy, se kterými se setkáváme v Rámcových vzdělávacích programem pro všechny úrovně vzdělávání. Pojmy, které evokují představu ucelených znalostí žáků, jejich komplexního přístupu k řešení problémů, schopnosti myslet v souvislostech. Aby však nešlo o pojmy, které by byly floskulemi, tedy prázdnými frázemi, probíhá v didaktikách přírodovědných oborů již řadu let široká diskuze nad tím, jak je ve výuce smysluplně realizovat. Rozhodl jsem se proto přispět k řešení tohoto problému tématem své disertační práce.

Český školní systém, stejně tak výuka přírodovědných oborů na českých školách, vychází z tradic rakousko – uherského vzdělávání. Přírodovědné obory byly, a ve většině případů nadále i jsou, na vyšších stupních základních škol a školách středních vyučovány v samostatných předmětech. Přesto již v druhé polovině dvacátého století se setkáváme alespoň v teoretické rovině s myšlenkou propojování obsahu vzdělávání. V 80. letech 20. století se integrativními tendencemi v obsahu vzdělání zabývali především V. Pařízek (1984) nebo J. Průcha (1983). V devadesátých letech J. Pelikán (1995) v knize *Výchova jako teoretický problém* uvádí: „Dosavadní systém přípravy ve škole je velice diferencován na jednotlivé předměty a nedává příliš možností k integraci poznatků, která je nutná nejen pro socializaci člověka, ale i pro jeho širší chápání souvislostí a vazeb, pro vytváření myšlenkových konstruktů, překračujících hranice jednotlivých vědních disciplín, bez čehož v dnešním světě je obtížné dopracovat se nadhledu, který je potřebný pro nová tvůrčí řešení nejrozmanitějších problémů.“ Ale jak dosáhnout oné integrace poznatků v dnešním světě, který preferuje úzkou specializaci a specialisty? A je opravdu oborová specializace v rozporu s integrovanou výukou? Nejsou to právě interdisciplinární obory jako molekulární genetika či nanotechnologie, které se dnes rozvíjejí nejvíce a zaznamenávají řadu podstatných objevů?

V posledních letech řešil problematiku mezipředmětových vztahů v rovině obecné didaktiky L. Podroužek (2002). Udává, že potřeba interdisciplinárního charakteru výuky vyplývá nejenom z nezbytnosti podat studentům komplexní pohled na svět, ale je důležitá také pro rozvoj a další směřování vědy. J. Kořa (2007) k tomu také uvádí: „Budoucnost vědy spočívá v toleranci, vzájemném porozumění a v respektu, v bytostné kultivaci lidí pěstujících vědu, ale i v prohlubování specializací, které jdou

ruku v ruce s rozvíjením interdisciplinárních vztahů. Pěstování a rozvíjení kultury je založeno na předávání všech idejí, hodnot, poznatků a dovedností, které lidstvo dokázalo vytvořit, a to bez ohledu na hranice států či jednotlivých vědních disciplín.“

V dnešní době se výuka přírodních věd v primárním a sekundárním vzdělávání potýká s řadou problémů. Předměty jako chemie a fyzika se v různých průzkumech oblíbenosti mezi žáky umisťují na posledních pozicích (Höfer, Svoboda, 2005). Žákům se jeví jako obtížné, plné faktických informací, které je nutné se naučit. Propojování obsahu učiva v rámci přírodovědných předmětů je náročný úkol jak pro učitele, tak pro samotné žáky. O to náročnější je pro žáky humanitně zaměřené. Ve svých úvahách o směřování této práce jsem tedy hledal způsob či téma, které by ukázalo vzájemnou provázanost přírodních věd, jejich vnitřní integritu, a zároveň by bylo zajímavé i pro žáky, pro které přírodní vědy nejsou prioritní. Téma historie přírodních věd tato kritéria naplňuje. Přírodní vědy mají společné historické kořeny, z počátku se vyvíjely nediferencovaně, v provázanosti s ostatními vědami v rámci filozofie. Historie přírodních věd se tak může stát nástrojem integrované přírodovědné výuky a inovovat obsah studia přírodovědných předmětů.

Společný původ vědy se výrazným způsobem projevuje i na podobě vysokoškolských kvalifikací. Všichni absolventi doktorských programů na českých (ale i na většině zahraničních) vysokých školách získávají titul Ph.D. (v zahraničí spíše psáno PhD.). Tedy doktor filozofie – *doctor philosophiae*. Titul získávají nezávisle na tom, zda vystudovali filozofický obor, technický, přírodovědný, ekonomický či jiný. Doktorský titul poukazuje na elementární jednotu vědeckého myšlení, na jeho společná filozofická východiska a historické kořeny. Tuto myšlenku se snažím v práci přenést do výuky chemie (potažmo i jiných přírodovědných předmětů) na středních školách. Žáci by měli poznat vývoj přírodních věd, aby si uvědomili nejenom časovou posloupnost vědeckých objevů, ale i jejich vzájemnou provázanost (integritu).

2 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním cílem práce je navrhnout možnost zařazení tématu historie přírodních věd do chemického vzdělávání jako prostředku integrované přírodovědné výuky.

Díličí cíle disertační práce jsou shrnuty v těchto bodech:

1. Provést **literární rešerši** zaměřenou na problematiku integrované přírodovědné výuky (IPV), diskutovat jednotlivé formy a modely IPV, uvést zkušenosti ze zahraničí. (kapitola 3)
2. Provést **analýzu** platných kurikulárních dokumentů v České republice z pohledu integrované přírodovědné výuky a chemického vzdělávání. Uvést příklady konkrétních projektů integrovaného přírodovědného vzdělávání realizovaných na českých středních školách v rámci ŠVP, zhodnotit české učebnice integrované výuky z hlediska chemických kompetencí. (kapitola 4)
3. Zjistit jakým způsobem je problematika integrované výuky řešena v rámci vzdělávacího oboru Chemie na českých gymnáziích pomocí **dotazníkového šetření**. Cílem je oslovit pomocí dotazníku gymnaziální učitele chemie ze všech krajů České republiky. (kapitola 5)
4. Navrhnout přístup k integrované přírodovědné výuce z hlediska **historie přírodních věd**. Diskutovat důvody pro zařazení tématu historie přírodních věd do výuky přírodovědných předmětů, včetně jeho integračního charakteru. Uvést příklad projektu, který se věnuje otázce implementace tématu historie přírodních věd do výuky na evropské úrovni. (kapitola 6)
5. Vytvořit **studijní text** pro středoškolské studenty **doplňný různým typem úloh** k vybraným historickým etapám přírodovědného vývoje: stará Čína, antické Řecko, Evropa ve středověku a období evropské renesance. Tento text **ověřit** na vybraných středních školách a podle připomínek žáků a učitelů následně **vhodně modifikovat**. Jako multimediální doplnění studijního textu vytvořit **didaktický test** o historii přírodních věd v programu Adobe Flash. (kapitola 7)
6. Seznámit s tématem historie přírodních věd učitele středních i základních škol, jejich žáky i širokou veřejnost prostřednictvím **vzdělávacích a popularizačních projektů**. (kapitola 8)

Při naplňování cílů práce jsem použil pedagogické výzkumné metody, které blíže charakterizuji v kapitolách 5 a 7. Jedná se především o dotazníkové šetření mezi učiteli, žákovský evaluační dotazník a řízený rozhovor.

3 INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDNÁ VÝUKA

V této kapitole disertační práce definuji pojem integrované přírodovědné výuky (IPV), představím hlavní tendence v jejím vývoji, zaměřím se na konstruktivistický přístup ke vzdělávání a uvedu důvody pro integraci učiva v přírodovědných předmětech.

Dále uvedu nejdůležitější přístupy a úrovně integrace v přírodovědných předmětech, zdůvodním výběr tématu historie přírodních věd a jeho integrační význam a uvedu strukturu a obsah několika zahraničních projektů a zkušeností s IPV.

3.1 Základní východiska integrované přírodovědné výuky

3.1.1 Integrovaná přírodovědná výuka a integrované kurikulum

Proces integrace poznatků ve vzdělávání a tvorba integrovaných kurikul jsou v didaktice známy již dlouho dobu. V podstatě už Jan Ámos Komenský formuloval názor (Valíčková, 2007), že učivo by mělo na sebe navazovat a to nejenom v jednotlivých předmětech, ale i mezi nimi. Konkrétní projekty integrované výuky v rámci přírodních věd se však objevily až po druhé světové válce v Evropě a Severní Americe. Jedním z prvních byl projekt Nuffieldova fondu (vznik v roce 1962) ve Velké Británii, jehož hlavním cílem bylo zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělávání a zvýšení jeho úrovně. Ve Spojených státech amerických pak šlo o projekty „Pokrok v kurikulu přírodovědných předmětů“ (*Improvement of the Curriculum of Natural Science Subjects*) nebo „Přírodní vědy – Společnost – Technologie“ (*Natural Science – Society – Technologies*). Později se integrovaný model výuky přírodovědných předmětů rozšířil do škol v Nizozemsku, do Austrálie i některých asijských států.

V sedmdesátých letech minulého století bylo vyjádřeno širší a konkrétnější vymezení termínu integrované přírodovědné výuky, a to na konferenci Mezinárodního výboru vědeckých společností (*International Council of Scientific Unions – ICSU*, 1974): „Integrace přírodních věd jsou ty přístupy, při nichž jsou koncepce a principy přírodních věd prezentovány tak, že vyjadřují základní jednotu přírodovědného myšlení a pojmů a potlačují přežitá nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd (Matyáš, 1974).“ Vymezení kurikula přírodních věd, které vychází z principů integrace, pak uvádí Fenclová (1979): „Integrované kurikulum přírodních věd je systém informací, které z přírodních věd vyplývají nebo se k nim vztahují. Jsou přetvořeny na

základě didaktické koncepce (s různými elementy) a mohou fungovat ve shodě s obecnými principy vzdělání.“

Jak uvádí Hejnová (2011) v českých zemích byla problematika sjednocování učiva výraznějším způsobem zkoumána v 30. letech 20. století. Poté nebyla integrované výuce přírodovědných předmětů (vlivem nacistických a komunistických ideologií) věnována téměř žádná pozornost. Výjimku tvoří Matyáš a Fenclová, kteří sledovali západní tendence ve výuce přírodních věd a ve svých článcích se o IPV zmiňují. Až v 90. letech je otázka IPV znovu otevřena a v současné době intenzivně řešena. Například Lepil (2006, (a)) definuje **integrovanou přírodovědnou výuku** jako snahu o jednotné pojetí přírodních věd ve vzdělávání. Hlavní tendence v tvorbě integrovaného kurikula v posledních 25 letech u nás i v zahraničí můžeme shrnout do následujících bodů:

- integrované kurikulum musí posílit a zpevnit existující znalosti studentů v určité oblasti poznání (Jacobs, 1986);
- kurikulum musí mít spojitost s reálným životem a světem studentů, je to důležité pro jejich motivaci k učení (Fogarty, 1991);
- integrované kurikulum musí rozšiřovat vědomosti studentů do nových oblastí, studenti by se měli zapojovat do těch aktivit, které umožňují jejich osobnostní růst (Underhill, 1994; Francis, 2001);
- při tvorbě integrovaných kurikul v přírodních vědách lze využít konstruktivistické premisy ve vzdělávání (Nezvalová a kol., 2006).

Spolu s badatelsky orientovaným přírodovědným vyučováním (IBSE – *inquiry based science education*) je právě **konstruktivistický přístup ke vzdělávání** v posledních letech jedním z hlavních trendů ve výuce přírodovědných předmětů a ovlivňuje proces integrace přírodovědných poznatků.

3.1.2 Konstruktivismus v přírodovědném vzdělávání

Konstruktivismus je v Pedagogickém slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2001) definován jako „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.“ Subjektem je v našem případě žák a procesem výuka

přírodovědných předmětů. **Konstruktivistický přístup ve vzdělávání** se uplatňuje především v kooperativním učení a zdůrazňuje, že (Hrbáčková, 2006):

- rozhodující v procesu poznání je aktivní role žáka;
- učení je proces kognitivního konstruování;
- nové učení začíná aktualizací předchozího porozumění;
- navození významných problémových situací podporuje smysluplnost učení a motivaci žáků;
- sociální a kulturní kontext je významný pro porozumění věcem a jevům.

Konstruktivismus je teorií, která vychází z předpokladu, že proces poznání je odvozen od reflektování aktivního účinkování člověka ve svém prostředí (Pupala, 2001) a že nelze svět kolem nás poznat objektivně a nezávisle na subjektu (žáku) a jeho předcházejících zkušenostech, jak se o to pokoušel objektivismus. Žák vždy vstupuje do vzdělávání s určitými vlastními zkušenostmi (prekoncepty), které rozhodují o tom, zda a jakým způsobem budou nové informace pochopeny. Proto by měli učitelé vést žáky k tomu, aby aktivně rekonstruovali své původní představy, nejlépe v diskuzi s ostatními.

Konstruktivistické přístupy v přírodovědném vzdělávání jsou v současné době zmiňovány řadou českých autorů, kteří se zabývají didaktikou přírodovědných předmětů (např. Bílek, 2006, Doulík, Škoda 2002, Pečivová, 2004, Rakušan, 2004). Shodují se především na nutnosti omezení transmisivních přístupů k výuce. Preferovány jsou naopak takové metody výuky, při kterých žáci sami informace vyhledávají, třídí a hodnotí a při kterých se stávají aktivním subjektem výuky (experimentování, měření, vizualizace, modelování, pozorování aj.). Autoři v této souvislosti hovoří o **aktivní konstrukci poznatků**. Nezvalová (2006) rozpracovala učební kompetence žáka v konstruktivisticky pojatém přírodovědném vzdělávání do 3 oblastí: **Osvojení poznatků a porozumění** (základní přírodovědné zákony a teorie, struktura přírodovědných pojmů a vztahů mezi nimi aj.), **Schopnosti a dovednosti** (schopnost konstruovat přírodovědné koncepty na základě vlastních zkušeností a experimentování, schopnost tyto koncepty vzájemně propojovat, schopnost aplikovat znalosti v konkrétních situacích, praktické dovednosti přírodovědného vzdělání – laboratorní dovednosti aj.), **Hodnoty a postoje** (všeobecné hodnoty – integrita, otevřenost novým myšlenkám, představitivost, přesnost, odpovědnost, sociální hodnoty přírodních věd – etika, argumentace, kriticismus aj.).

Diskuze o konstruktivistických premisách vedla pedagogy a didaktiky přírodovědných oborů k budování a zavádění nového pedagogického směru nazývaného

v angličtině *inquiry based science education* (IBSE), v češtině se ujal termín „badatelsky orientované vyučování“ (Papáček, 2010). IBSE je tedy pedagogický směr, který klade důraz na formulování problémů, experimentování, ověřování hypotéz a jako takový vychází z konstruktivismu.

Existuje mnoho prací v konstruktivisticky pojatém přírodovědném vzdělávání, které řeší oblast osvojení poznatků, schopností a dovedností. Již daleko méně na úrovni středoškolského vzdělávání je řešen vztah přírodních věd k obecným hodnotám společnosti, k jejímu historickému vývoji a etickým otázkám. Tato práce se v rámci tématu historie přírodních věd dotýká i těchto aspektů, zároveň je využívá jako prostředek, jak přírodní vědy prezentovat žákům v integrované podobě.

3.1.3 Důvody pro integraci přírodovědného učiva

Integrovaná výuka přírodovědných předmětů se snaží podat studentům ucelený pohled na svět, pohled, který není omezen hranicemi jednotlivých vědních oborů. Žáci se ve svém vlastním životě obvykle nesečkáávají se samostatnými dílčími poznatky, svět kolem nich není diferencován na chemickou, biologickou nebo zeměpisnou oblast, ale vytváří celek, ve kterém je potřeba se orientovat. IPV v podstatě pouze reflektuje tuto skutečnost a převádí ji do procesu vzdělávání.

Řada autorů zmiňuje i další **důvody a pozitivní aspekty** integrace přírodovědných poznatků. Blum (1994) udává následující:

- díky IPV žáci snadněji poznávají skutečné vzájemné vztahy mezi přírodovědnými principy, koncepty a teoriemi;
- proces osvojování si znalostí a dovedností je podobný v chemie, biologii i fyzice;
- integrované kurzy přírodních věd umožňují učitelům různých předmětů plánovat výuku společně, což snižuje jednotvárnost přípravy a pomáhá překonat únavu z ní.

Fenclová (1979) důvody pro integraci přírodovědné výuky spatřuje ve třech oblastech: filozofické, psychologické a pedagogicko-praktické. Pedagogicko-praktická oblast zahrnuje zvýšenou efektivitu výuky a zlepšení jejího spojení s praxí a denním životem žáků. Racionalizace procesu učení patří do psychologické oblasti. Se vzrůstajícím množstvím poznatků z různých vědních oborů roste rozpor mezi požadavkem jejich implementace a hodinovou dotací přírodovědných předmětů.

Řešením je širěji pojatá výuka přírodovědy přesahující rámce jednotlivých předmětů. Filozofická oblast argumentů pro integraci učiva pak udává, že přírodní vědy mají společné cesty poznání a že vytvářejí vědecký obraz přírody, která existuje jako jednotná realita. Domnívám se, že právě ony „společné cesty“ přírodních věd nemusí být jen důvodem integrace ale také jejich nástrojem. Cesty jednotlivých přírodních věd v jejich historickém vývoji jsou na mnoha místech opravdu společné, takže už nelze hovořit o „cestách“ ale spíše o jedné „cestě“, po které se učitel může se svými žáky vydat. Tato práce, především její praktické výstupy by měly k realizaci této myšlenky přispět.

3.2 Úrovně a přístupy k integraci učiva

3.2.1 Dělení IPV a její úrovně

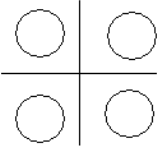
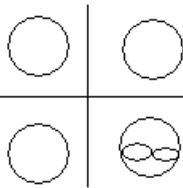
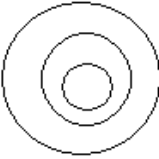
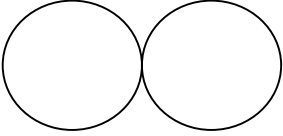
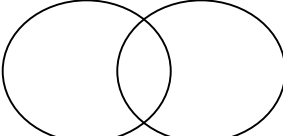
Při diskuzích se středoškolskými učiteli přírodovědných předmětů jsem se často setkal s příliš úzkým vnímáním pojmu IPV. U mnohých učitelů je často IPV zúžena do představy sjednocené výuky přírodovědných oborů v rámci jednoho předmětu (Přírodní vědy) po vzoru anglosaských škol (*Science*). Je důležité si uvědomit, že tato varianta je pouze jednou z krajních možností integrované přírodovědné výuky. Nejčastěji je výuka přírodovědných projektů a kurzů dělena dle stupně integrace do několika typů. O. Lepil (2006 (a)) uvádí následující dělení:

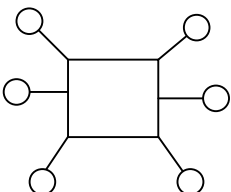
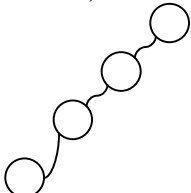
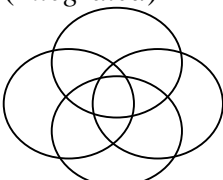
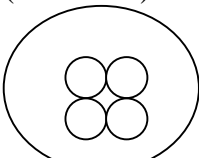
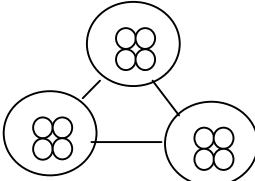
1. koordinovaná (*coordinate*) výuka;
2. kombinovaná (*combinate*) výuka;
3. sjednocená (*amalgamated, united*) výuka.

Koordinovaná (nebo též interdisciplinární) **výuka** (Janás, 1985) směřuje k vytvoření jednotného obrazu světa a zdůrazňuje obsahové vazby v rámci přírodovědných předmětů, ty však jsou vyučovány samostatně. **Sjednocená výuka** je onou krajní možností, kdy zcela mizí hranice mezi předměty a výuka začíná některým obecným problémem, kterým se zabývají přírodní vědy společně. **Kombinovaná výuka** přírodovědných předmětů se jako celek objevuje na většině základních škol v České republice. V počáteční fázi vzdělání (1. stupeň ZŠ) jsou přírodovědné předměty vyučovány společně v rámci jednoho předmětu, teprve později (2. stupeň ZŠ) se diferencují. Kombinovaná výuka však může znamenat i opačný proces, tedy přechod od diferencovaných předmětů k jejich sjednocení.

Ačkoliv je problematika IPV na odborné úrovni řešena již dlouhodobě, dosud neexistuje jednotná terminologie pro označení typů úrovní integrace. Někteří autoři rozlišují dokonce více úrovní integrace učiva. R. Fogarty (1991) uvádí 10 úrovní. Tabulka 3.1 je shrnuje i s jejich výhodami a nevýhodami a grafickým vymezením. Vzhledem k tomu, že takto podrobné členění se v české odborné literatuře nevyskytuje, uvádím pod českým ekvivalentem (překladem) i původní anglický termín.

Tab. 3.1 Úrovně integrace dle R. Fogarty

Úroveň integrace	Popis	Výhody	Nevýhody
Rozdělená (<i>Cellular</i>) 	Oddělené obory	Jasný a srozumitelný pohled na obor	Chybí propojení vědomostí
Spojená (<i>Connected</i>) 	Témata v rámci oboru jsou spojena	Klíčové pojmy a koncepty v rámci oboru jsou propojeny	Obory nejsou propojeny, střed zájmu výuky zůstává uvnitř oboru
Soustředná (<i>Nested</i>) 	Sociální dovednosti a logické uvažování jsou středem zájmu daného předmětu	Věnuje pozornost několika oblastem najednou	Studenti mohou být zmateni a ztratit hlavní myšlenku (cíl) dané hodiny
Následná (<i>Sequenced</i>) 	Společná témata jsou učena ve shodě s ostatními obory, předměty ale jsou odděleny	Umožňuje přenos poznatků přes obsahově blízké oblasti výuky	Vyžaduje spolupráci a flexibilitu učitelů, učitel má méně autonomie při vytváření kurikula
Sdílená (<i>Shared</i>) 	Zaměřuje se na společné koncepty, dovednosti a hodnotové postoje v rámci dvou oborů	Týmová spolupráce 2 učitelů, sdílení výchovných a vzdělávacích zkušeností	Časová náročnost, požadavek flexibility a nutnost kompromisu

<p>Síťovaná (<i>Webbed</i>)</p> 	<p>Tematický přístup, použití určitého tématu jako společného východiska pro mnoho oborů</p>	<p>Motivační pro studenty, pomáhá jim při hledání mezioborových spojitostí</p>	<p>Téma musí být pečlivě vybráno, musí být smysluplné a relevantní k obsahu vzdělávání</p>
<p>Souvislá (<i>Threaded</i>)</p> 	<p>Společným cílem mnoha oborů jsou studijní a sociální dovednosti studentů, rozvoj jejich uvažování</p>	<p>Studenti se učí, jak se správně učit, což je důležité pro jejich budoucí vzdělávání</p>	<p>Obory zůstávají odděleny</p>
<p>Sjednocená (<i>Integrated</i>)</p> 	<p>Oblasti výuky, které zasahují do více oborů, jsou využity pro vytváření společných (mezioborových) dovedností, konceptů a postojů</p>	<p>Vede studenty k vytváření interdisciplinárních vztahů a spojení, studenti jsou motivováni pro jejich nalezení</p>	<p>Požadavek spolupráce mnoha učitelů při plánování výuky a během vlastní výuky</p>
<p>Zanořená (<i>Immersed</i>)</p> 	<p>Student integruje znalosti perspektivou jedné oblasti zájmu</p>	<p>Sám student se stává tím, kdo hledá spojitosti, ne učitel</p>	<p>Může být omezeno úzkým pohledem studenta (žáka)</p>
<p>Síťová (<i>Networked</i>)</p> 	<p>Student přímo řídí integrační proces volbou různých zdrojů informací, není omezen jednou oblastí zájmu</p>	<p>Aktivní způsob získávání nových informací a dovedností</p>	<p>Stejně jako u předešlého hrozí riziko neefektivity studentovy práce (není-li učitelem dostatečně kontrolována).</p>

Ačkoliv lze vnímat 10 úrovní integrace dle Fogarty za příliš podrobné, leckdy se překrývající, myslím si, že zároveň ukazují široké možnosti pro IPV i s jejich nevýhodami, které shrnuje tabulka 3.1. Přístup k integraci přírodních věd prostřednictvím jejich historie navržený v této disertační práci spojuje síťovanou a sjednocenou úroveň. Často však důležitější než samotná úroveň integrace je způsob, jakým je možné přistupovat k integraci přírodovědných poznatků ve výuce.

3.2.2 Přístupy k IPV

Přírodní vědy vykazují určité společné prvky, které je zároveň odlišují od věd humanitních. Jedná se především o oblast zájmu, kterou je příroda a přírodní zákony. Dále jde o vědecké postupy a metody práce, z nichž typické pro přírodní vědy jsou experiment a pozorování. Společné aspekty přírodních věd lze nalézt také z pohledu využití poznatků získaných v rámci základního a aplikovaného výzkumu v různých oblastech lidské činnosti (průmyslová výroba, zemědělství, zdravotnictví apod.) nebo a jejího dopadu například na životní prostředí.

Tyto společné prvky se odrážejí v různých přístupech k integraci přírodovědných poznatků ve výuce. Nejdůležitější přístupy k integraci učiva shrnuje O. Lepil (2006, (a)) takto:

1. tematický přístup (*Thematic Approach*);
2. přístup z hlediska vědeckých pracovních postupů (*Process Approach*);
3. přístup z hlediska užitých věd (*Applied Science Approach*);
4. přístup z hlediska životního prostředí (*Environmental Approach*);
5. přístup z hlediska pojmové struktury (*Concept Approach*).

Velmi často je na našich i zahraničních školách uplatňován **tematický přístup**, mnohdy realizovaný metodou **projektového vyučování**. Učitelem je zvoleno konkrétní mezioborové téma, které je studenty (skupinami studentů) určitým způsobem zpracováno. Úroveň integrace u tematického přístupu lze označit za síťovanou (*webbed*), pokud se řídíme tříděním úrovní dle Fogarty (1991, viz. tab. 3.1).

Metody vědecké práce jsou hlavním integračním prvkem v **přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů**. Ten byl formulován již v roce 1959 americkým psychologem Robertem Gagné. Studenti získávají poznatky o přírodě vlastní experimentální činností či pozorováním, získaná data analyzují a vyhodnocují. Úroveň integrace u tohoto přístupu bychom mohli označit za síťovou (*networked*), student aktivně řídí proces osvojování přírodovědných poznatků a dovedností, spojujícím prvkem různých témat je vědecký pracovní postup.

Přístup z hlediska užitých věd integruje poznatky na základě jejich využití ve výrobních procesech i v dalších oblastech lidské činnosti. **Přístup z hlediska životního prostředí** je vztahuje k člověku a jeho vlivu na prostředí. Environmentální výchova a její implementace do vzdělávacích programů škol je konkretizací tohoto přístupu. Oba přístupy vykazují zanořenou (*immersed*) úroveň integrace: poznatky jsou integrovány v jedné oblasti zájmu (buď využitím ve výrobě, nebo vztahem k životnímu prostředí).

Přírodní vědy generují velké množství pojmů, z nichž mnohé jsou pro jednotlivé obory společné nebo alespoň související. **Přístup z hlediska pojmové struktury** se snaží tyto vzájemné souvislosti odhalovat a tím napomoci studentům k vytvoření uceleného systému pojmů (jakési pojmové cesty napříč obory). Jde o to ukázat, že řada základních pojmů přírodních věd (síla, látka, soustava apod.) jsou společné pro všechny obory, tedy že přírodní vědy studují jednu realitu a popisují ji na základě jedné terminologie.

Předchozí text charakterizoval možné přístupy k IPV z hlediska společných témat, pojmů, metod, aplikací a z hlediska vztahu k životnímu prostředí. Tato práce definuje ještě jeden přístup, který vychází ze společného historického vývoje. Pokud si totiž položíme otázku, z čeho vlastně pramení pojmová a metodická jednota přírodovědného myšlení nebo jak je možné, že pojmy jako síla, látka nebo soustava jsou používány již řadu staletí a to napříč spektrem oborů, dospějeme k názoru, že důvodem je **společný historický vývoj přírodovědných oborů**. Historici i filozofové se shodují, že věda jako taková vznikla v antickém Řecku jako způsob uvažování, jako snaha o pochopení a vysvětlení světa kolem nás. Přírodní vědy mají společné kořeny a po určité období existovaly pouze jako integrální součást „vědy“ (filozofie). Ačkoliv se přírodní vědy začaly postupně diferencovat a osamostatňovat, jejich společný původ (a následně i vývoj) se promítl do společné metodické i pojmové struktury. Domnívám se, že snaha uplatnit přístup k integraci přírodovědných poznatků z hlediska historie přírodních věd může pomoci žákům pochopit vzájemné souvislosti mezi poznatky a uvědomit si význam historického vývoje pro současnou vědu. Zařazení tématu historie přírodních věd do přírodovědného vzdělávání jako prostředku IPV jsem tedy zvolil jako hlavní cíl disertační práce.

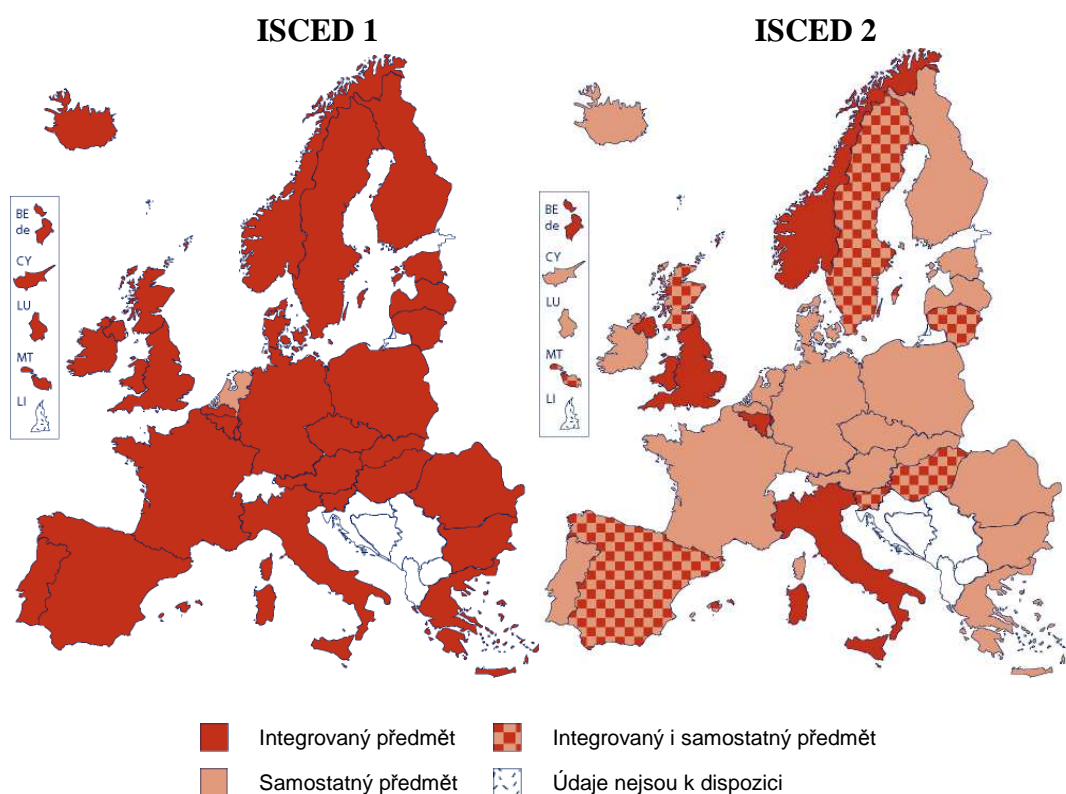
3.3 Zkušenosti ze zahraničí s IPV

3.3.1 Organizace výuky přírodovědných předmětů v zemích EU

Integrovaný model výuky přírodovědných předmětů je často spojován pouze s anglosaskými státy, jde však o velmi nepřesnou představu, která není podepřena údaji v světovém ani evropském měřítku.

V září roku 2006 vydala Výkonná agentura pro vzdělávání, kulturu a audiovizuální oblast Evropské komise (EACEA) na svém informačním portálu EURYDICE tiskovou zprávu „Výuka přírodovědných předmětů na školách v Evropě,

Politika a výzkum“ (Eurydice, 2006). Tato zpráva mimo jiné shrnuje organizaci přírodovědné výuky ve státech Evropské unie na primární (ISCED 1) a nižší sekundární (ISCED 2) úrovni vzdělávání. Vyplývá z ní, že všechny státy (s výjimkou Nizozemska, kde jsou samostatné předměty) na primární úrovni vzdělávání uplatňují výuku přírodovědných předmětů integrovaným způsobem (obr. 3.1). ISCED je Mezinárodní norma pro klasifikaci vzdělávání, úroveň 1 odpovídá v České republice 1. – 5. ročníku základní školy, úroveň 2 pak 6. – 9. ročníku ZŠ nebo odpovídajícím ročníkům víceletých gymnázií (Průcha, 2000; Laburdová, 2012).



Obr. 3.1 Organizace přírodovědné výuky podle předepsaných nebo doporučených programů (Eurydice, 2006)

Na nižší sekundární úrovni vzdělávání (ISCED 2) jsou učitelé většinou aprobovaní pro určité předměty a předměty se vyučují odděleně. Některé státy (Norsko, Itálie, část Velké Británie a část Belgie) však preferují i na tomto stupni vzdělávání výuku přírodovědných předmětů integrovaně, v jiných (Španělsko, Maďarsko, Švédsko, Velká Británie – Skotsko, Slovinsko a Litva) jsou možné obě varianty. Česká republika po zavedení RVP a principu pedagogické autonomie patří do skupiny států s možností obou variant.

Zajímavé z hlediska této disertační práce je také konstatování tiskové zprávy EURIDICE (2006), že téměř ve všech státech EU upravují obsah vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů ústřední předpisy, v kterých je zařazen také **požadavek znalosti dějin přírodních věd**. Předpisy mají zpravidla formu metodických návodů nebo kvalifikačních standardů. V České republice, stejně tak jako v Řecku, Irsku a Nizozemsku však dosud takové předpisy neexistují.

Integrovaná kurikula přírodovědných předmětů, stejně tak různé projekty integrované přírodovědné výuky vznikají ve státech EU i mimo ni nezávisle na tom, jakým způsobem je v dané zemi organizována výuka přírodovědných předmětů. Z celoevropských projektů, které monitorují situaci v evropských státech v přírodovědném vzdělávání včetně IPV, bych zmínil především **projekt IQST** (*Improving Quality of Science Teacher Training in European Cooperation*), v rámci kterého vznikla publikace *European Dimension in Integrated Science Education* (Lamanaskaus, Vilkoniene, 2008). Do tohoto evropského projektu byla zapojena i Palackého Univerzita v Olomouci, která spolu s Univerzitou v Hradci Králové a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně spolupracovala také na projektu **Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání**, jehož cílem bylo mimo jiné navrhnout didaktický systém integrované výuky přírodovědných předmětů (viz. kap. 4.3.2).

Historie tvorby integrovaných přírodovědných projektů je však mnohem starší. V následujícím textu představím projekty integrace přírodovědných poznatků realizované ve čtyřech různých státech. Tři státy reprezentují pro nás geograficky i historicky blízké vzdělávací systémy: Slovensko (mezinárodní projekt FAST), Maďarsko (projekt přírodovědného vzdělávání G. Marxe) a Německo (integrované předměty Fyzika/Chemie a Přírodověda a tematicky orientované předměty). Čtvrtým státem jsou Spojené státy americké, ve kterých mají projekty integrovaného přírodovědného vzdělávání velkou tradici. Jedním z posledních projektů je projekt FOSS.

3.3.2 Projekt FAST na slovenských školách

Projekt FAST (**F**oundational **A**pproaches **S**cience **T**eaching) je mezinárodní mezioborový výukový program přírodních věd určený dětem ve věku 12 – 15 let. Byl realizován v 10 zemích světa, včetně Slovenské republiky (Marušincová, Kolárik, 1998). Zapojilo se do něj více jak 6000 učitelů a 450 000 dětí. Projekt zahrnuje fyziku, chemii, biologii, geografii a ekologii v integrované podobě, vychází z konstruktivistické teorie vzdělávání. Je rozdělen do 3 kurzů (Young, 2000) : FAST 1 je zaměřen na životní prostředí v daném místě, FAST 2 se věnuje látkám a energii v biosféře, FAST 3 se věnuje změnám v přírodě v určitém časovém horizontu. Náplň jednotlivých kurzů se dělí do 3 okruhů: fyzika a ostatní přírodní vědy, ekologie a studium vztahů včetně vztahu společnost – věda.

Program FAST pomáhá studentům rozvíjet laboratorní dovednosti, schopnost klást si otázky, hledat příčiny a předpovídat následky. 60 – 80 % času je věnováno experimentování a pozorování v přírodě, zbylý čas žáci nabyté poznatky zevšeobecňují, podávají o nich zprávu ostatním, diskutují, snaží se je graficky znázornit apod. Žáci pracují v malých skupinách, učitel figuruje v roli rádce, iniciátora práce, motivuje je a klade jim otázky.

Učitelé, kteří byli zapojeni do programu FAST, absolvovali metodické kurzy a dostali k dispozici pomůcky, metodické příručky, didaktické testy a příručky pro hodnocení žáků.

Jak ukazují výsledky ze slovenských škol zapojených do programu FAST, žáci, kteří absolvovali tento program, byli úspěšnější při mezinárodním testování v rámci studie TIMMS než reprezentativní výběr populace slovenských žáků (Lapitková, 2001). Projekt probíhal v letech 1993 – 1997 a zapojilo se do něj 6 osmiletých gymnázií a 2 základní školy.

3.3.3 Projekt přírodovědného vzdělávání v Maďarsku

Snaha o reformu přírodovědné výuky se v Maďarsku objevila již v 70. letech minulého století a je spojena se jménem György Marxe, fyzika z Maďarské akademie věd. Projekt, který se skupinou spolupracovníků zpracoval, zahrnoval reformu přírodovědného vzdělávání na základní i střední škole. Marx (1979) shrnul cíle a strukturu projektu v článku Přírodovědné vzdělávání v Maďarsku, v časopisu Pokroky matematiky, fyziky a astronomie. Schéma nově strukturovaného přírodovědného vzdělávání zahrnující i prvky integrace uvádí Marx v článku v této tabulce (tab. 3.2):

Tab. 3.2 Rozvržení přírodovědného vzdělávání dle Marxe (1979)

Ročník	Věk	Předmět: Obsah INTEGRAČNÍ PRVEK
1.	6	<i>Přírodověda:</i> Pozorovatelné vlastnosti hmoty. POZOROVÁNÍ.
2.	7	<i>Přírodověda:</i> Kvantitativní vlastnosti hmoty. MĚŘENÍ.
3.	8	<i>Přírodověda:</i> Interakce hmotných soustav. POKUS.
4.	9	<i>Přírodověda:</i> Poloha, pohyb, orientace. RELATIVNOST.
5.	10	<i>Přírodověda:</i> Oblasti Země z geografického a biologického hlediska. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.
6.	11	<i>Fyzika:</i> Energie (práce, teplo, spalování, světlo). <i>Biologie:</i> Metabolismus, zpracování potravy, ekologie. ZACHOVÁNÍ A PŘEMĚNA.
7.	12	<i>Fyzika:</i> Elektrický náboj a proud. <i>Chemie:</i> Molekuly, atomy, elektrony. <i>Biologie:</i> Od buňky k organismu. TRANSPORT, PRINCIP BLOKOVÉ VÝSTAVBY.
8.	13	<i>Fyzika:</i> Setrvačnost, hybnost, přenos hybnosti. <i>Chemie:</i> Anorganické a organické sloučeniny. <i>Biologie:</i> Taxonomie a vývoj. Člověk. ORGANIZACE.
I.	14	<i>Struktura hmoty:</i> Částicový a vlnový model. TVORBA MODELU. TVAR, STRUKTURNÍ VZOREC, SYMETRIE.
II.	15	<i>Fyzika:</i> Dynamika. <i>Chemie:</i> Organické sloučeniny, vlastnosti sloučenin jako důsledky struktury. KAUZALITA. PŘEDPOVÍDÁNÍ. PLÁNOVÁNÍ.
III.	16	<i>Fyzika:</i> Elektromagnetické pole. <i>Chemie:</i> Elektrochemie, kovové sloučeniny. <i>Biologie:</i> Buňky, orgány, organismus, nervový systém. ZPĚTNÁ VAZBA. ŘÍZENÍ. VYSOKÉ STUPNĚ VOLNOSTI.
IV.	17	<i>Fyzika:</i> Statistická termodynamika. Od elektronu ke galaxii. <i>Biologie:</i> Od buňky k člověku, od individua ke společnosti. Biosféra. HIERARCHIE ORGANIZACE. VÝVOJ.

Hlavní cíle a zásady výuky přírodovědných předmětů na ZŠ podle projektu byly následující (Lepil, 2006 (b), dle Marx, 1979):

- trénovat děti v myšlení a rozvíjení schopnosti přijímat nové informace;
- zkoumat okolní materiální svět jako východisko pro získání abstraktnějších znalostí (jazyk, matematika);

- naučit děti zpracovat a uspořádat poznatky získané přímým vnímáním, uvědomělým pozorováním a plánovanými pokusy, s cílem vyvozovat z nich obecné závěry;
- rozvíjet kladný vztah dětí k přírodě.

Navrhovaný učební plán počítal v prvních 5 ročnících ZŠ (věk 6 – 10 let) s výukou integrovaného předmětu Přírodověda, v rozsahu 1 hodina týdně v 1. a 2. ročníku, 2 hodiny týdně ve 3. a 4. ročníku a 3 hodiny v 5. ročníku. Náplní výuky v těchto ročnících bylo:

- **Pozorování - pozorovatelné vlastnosti hmoty** (1. ročník): lidské smysly, rozdíl mezi živým a neživým, vlastnosti předmětů (barva, tvar, velikost), rostliny a živočichové, rozdíl mezi nimi a částí jejich těla, skupenství aj.
- **Měření – kvantitativní vlastnosti hmoty** (2. ročník): měření délky, plošného obsahu, objemu, hmotnosti, teploty; živočichové a život na různých stanovištích (zahradá, les, pole, luka, voda, půda, vzduch), ochrana životního prostředí aj.
- **Pokus – interakce hmotných soustav** (3. ročník): magnety, kompas, změna tvaru předmětů, siloměr, zdroje energie, sdílení tepla, hoření, dýchání, výživa aj.
- **Relativnost – poloha, pohyb, orientace** (4. ročník): relativnost polohy předmětů, mapa, plán, výběr cest, pohyb, rychlost, růst rostlin a živočichů, otáčení Země, den, noc, pohyb Slunce, roční období aj.
- **Životní prostředí – oblasti Země z geografického a biologického hlediska** (5. ročník): zeměpisná orientace v přírodě a na mapě, poznávání, mapování a třídění zeměpisných charakteristik okolí, živá příroda v různých životních prostorech, typy osídlení (stát, kraj, okres, město, vesnice), podnebí, vegetace, zemědělství, vliv člověka na životní prostředí aj.

V 6. – 8. ročníku základní školy již výuka probíhala v diferencovaných předmětech, ale s důrazem na integrační prvky. Například v 6. ročníku je jednotícím prvkem přírodovědného vzdělávání téma Zachování a přeměna, ve fyzice je probírána energie a v biologii pak zpracování potravy a metabolismus.

O výuce na střední škole před rokem 1979 se autoři maďarského modelu přírodovědného vzdělávání vyjadřují často velmi kriticky. Proto také přišli v roce 1979 s novým pojetím. Jejich nejzajímavější postřehy a nápady o výuce přírodovědných předmětů jsou následující (Lepil, 2006 (b), dle Marx, 1979):

- Přetrvávající izolovanost přírodovědných předmětů je dědictvím 19. století, je i příčinou vnitřních rozporností učebních osnov, které vedou k přetížení žáků.
- Fyzika a chemie, prezentované v duchu omezeného a zastaralého pojetí hmoty, nejen znemožňují exaktní výstavbu biologie, ale překážejí všemu, čemu chceme, aby se učilo o jednotě přírody.
- Ve výuce se musí odbourat všechna odbočení, která odvádí pozornost žáků od základních přírodních zákonů. Často je nutné oželet na střední škole mnoho hezkých a užitečných podrobností tradičních předmětů, například uvádění technologických novinek, které časem nutně zastarají.
- Výuka přírodovědných předmětů se musí opírat o pozorování a pokusy. Protože naším hlavním úkolem je předkládat všeobecně použitelné zákony a rozvíjet celkový přírodovědný obraz světa, neměla by být pro výběr pokusu rozhodující tradice nebo líbivost.

V návrhu dle Marxe začíná přírodovědné vzdělávání na střední škole integrovaným předmětem **Struktura hmoty**, zařazeným do 1. ročníku s dotací 4 hodiny týdně. Autoři jej charakterizují jako úvod do struktury a chemie hmoty, ve kterém se vychází z existence molekul a atomů. Předmět má odstranit existující rozpor mezi poznáváním atomů ve fyzice na konci a v chemii na začátku střední školy. Z důležitých témat osnov předmětu vybírám následující: *Modelování struktur. Částicové modely tří stavů skupenství. Statický přístup k termodynamice. Chemické procesy. Popis vln. Vlnový model elektronu. Chemická vazba.*

Ve vyšších ročnících střední školy pokračuje výuka v tradičních předmětech. Teprve ve druhém pololetí 4. ročníku je zařazen další integrovaný předmět **Vývoj hmoty** (6 hodin týdně), jehož hlavní náplní je historie vývoje našeho světa. V učební osnově předmětu se objevují témata jako *Vývoj hvězd, Vznik planet, Historie Země, Historie biologické evoluce, Vystoupení člověka, Interakce člověka, přírody a techniky.*

Projekt přírodovědného vzdělávání v Maďarsku vnímám jako inspirující především z pohledu výuky Přírodovědy na 1. stupni ZŠ. Pozorování a experimentování v širším slova smyslu jsou přirozeným nástrojem poznávání světa u dětí předškolního věku. Jejich rozvoj na základní škole ve výuce Přírodovědy tedy plně odpovídá touze dětí po aktivitě a aktivním získávání poznatků a dovedností.

Výuka přírodovědných předmětů na střední škole podle maďarského konceptu je však z mého pohledu v určitých místech problematická. Předmět Struktura hmoty

v prvních ročnících postrádá biologická témata. Rovněž se neztotožňují s tvrzením autorů projektu, že je nutné ve výuce odbourat „hezké a užitečné podrobnosti tradičních předmětů, jako uvádění technologických novinek.“ Ze své praxe středoškolského učitele vím, že právě uvádění přírodovědných poznatků do souvislosti s technologickými inovacemi je důležitým motivačním prvkem ve výuce. Ze stejného důvodu bych se zcela nezříkal „lábivých pokusů“ ve výuce přírodovědných předmětů.

Projekt G. Marxe a jeho kolegů byl realizován v Maďarsku především v 80. letech 20. století na vybraných základních a středních školách. V současné době patří Maďarsko podobně jako Česká republika k zemím, ve kterých je školám ponechána volba, zda přírodovědné obory vyučovat v integrovaném předmětu či v předmětech diferencovaných.

3.3.4 Integrované projekty v Německu

Ve Německu je snaha o integraci učiva přírodovědných oborů patrná řadu let (zpracováno dle Bílek, 2008). Již v 70. letech 20. století v Dolním Sasku vytvořili H. Selchow a R. Wrobel návrh integrovaného školního předmětu Fyzika/Chemie. Učebnice (Selchow, Wrobel, 1974), která k tomuto projektu vyšla v nakladatelství Schroedel Verlag a která je určena pro 5. a 6. ročník základní školy, obsahuje celkem 7 hlavních kapitol: O teple, O zvuku, O světle, O magnetismu, O elektrickém proudu, O tělesech a silách a O látkách a látkových přeměnách.

V roce 2001 byla vydána v stejném nakladatelství v Dolním Sasku sada učebnic s názvem Erlebnis Physik/Chemie (Zážitek z fyziky a chemie; Cieplik, 2001) pro základní školy (Hauptschulen), která integruje učivo chemie a fyziky v devatenácti tématech: O elektřině, Elektronika a zpracování informací, Elektromotor a generátor, Síly, Tlak v kapalinách a plynech, Světlo, Zvuk, Využití elektrické energie, Vytápění – přeměny energie v domácnosti, Radioaktivita, Chemie – přeměnit a změnit, Směsi látek a dělicí metody, Vzduch, Voda, Voda a vodík, Kyseliny a báze v našem okolí, Soli v našem okolí, Kovy, Plasty – materiály dnešní doby.

Jak uvádí Bílek (2008) a jak je patrné z tématické struktury obou předmětů, ani v jednom případě však nejde o úplnou integraci fyziky a chemie, protože jsou zachována tradiční fyzikální a chemická témata. Jde tedy spíše o koordinovanou či společnou výuku fyziky a chemie než o jejich sjednocení.

O integraci v pravém slova smyslu se snaží v devadesátých letech v Bavorsku zavedený předmět Přírodověda, který integruje učivo biologie, chemie a fyziky pro 5. –

10. ročník základní školy. Tento předmět je již vyučován jedním učitelem, vychází z jedné učebnice a klasifikován je jednou známkou. Jak se ukázalo, největší problém byl v připravenosti učitelů na tento nový předmět. Univerzity však na tuto situaci rychle zareagovaly a v současné době již nabízejí přípravu učitelů pro předmět v troj nebo čtyřkombinaci.

Kromě zavádění kompletních integrovaných předmětů se na německých školách uplatňuje i integrace učiva pouze v určitých tématech. Je realizována formou projektové výuky nebo zařazením tematicky orientovaného předmětu do výuky. Z neznámějších projektů vypracovaných renomovanými pedagogickými institucemi to jsou projekt Prostředí vzduch (Institut für die Pedagogik der Naturwissenschaften, Kiel) nebo Počasí a podnebí (autoři A. Kremer a L. Stäudel, 1990).

3.3.5 Projekt FOSS v USA^{1,2}

Ve Spojených státech amerických vznikl přibližně před dvaceti lety na University of California v Berkeley, Lawrence Hall of Science projekt **Full Option Science Series** (FOSS), který se snaží podpořit výuku přírodovědných předmětů na amerických školách. Tento program je průběžně aktualizován a upřesňován tak, aby odpovídal národním vzdělávacím standardům v USA (NSES – *National Science Education Standards*). Nejnovější verze programu FOSS pochází z let 2000 – 2003. Je určena pro vzdělávání přírodovědných předmětů od mateřských škol po školy střední (v USA jde o úroveň K - 8). Projekt vychází ze základní myšlenky, že nejlepší způsob, jak studenti ocení vědecké poznatky a naučí se kriticky uvažovat je, pokud budou aktivně konstruovat hypotézy na základě vlastního pozorování, bádání a rozborů. FOSS obsahuje celkem **41 modulů a kurzů** rozdělených do 4 celků: Věda o životě, Fyzikální vědy, Věda o Zemi, Exaktní úvahy a technologie. Na různých úrovních vzdělávání obsahují tyto celky určitá témata, která jsou didakticky zpracována.

Pro střední školy (stupeň 6 – 8) nabízí FOSS 9 kurzů (tab. 3.2).

Tab. 3.2 Kurzy programu FOSS pro střední školy¹

FOSS – Střední škola			
Úroveň	Věda o životě	Fyzika a technika	Věda o Zemi a vesmíru
Stupeň 6-8	Lidský mozek a smysly	Elektronika	Nauka o planetách
	Populace a ekosystémy	Chemické interakce	Historie Země
	Rozmanitost života	Síla a pohyb	Počasi a voda

Každý kurz je samostatným celkem, který se vyučuje 9 – 12 týdnů. Autoři programu připravili pro učitele a jejich studenty tyto pomůcky (obr. 3.2):

1. průvodce všemi kurzy pro učitele;
2. laboratorní vybavení a zařízení pro experimenty a pozorování;
3. laboratorní pracovní listy pro studenty;
4. studentské učebnice;
5. CD-ROM;
6. systém hodnocení práce;
7. webová stránka www.fossweb.com.



Obr. 3.2 Pomůcky kurzů³

Na této webové stránce mohou studenti v aplikaci PlanetFoss vkládat k jednotlivým tématům své vlastní fotografie, prohlížet si fotografie jiných studentů a komentovat je (obr. 3.3).



Obr. 3.3 Webové stránky programu FOSS určené studentům (úroveň 6 - 8)⁴



Obr. 3.4 Videá určená učitelům pro přípravu na výuku⁵

Učitelům jsou určena velmi podrobná videa (obr. 3.4), která je detailně seznamují s návrhy pokusů, s teoriemi, s možnými problémy či dotazy studentů,

s pomůckami a jejich zařazením do výuky. Video jsou u úrovní K – 6 vytvořena ke všem tématům, u programu FOSS pro střední školy pak pouze k tématům Populace a ekosystémy, Chemické interakce, Počasí a voda a Nauka o planetách.

Tradice tvorby přírodovědných programů na školách v USA (ale i v jiných anglosaských státech) je velmi dlouhá, prakticky vznikají již od konce 2. světové války. Před programem FOSS existovala v USA již celá řada jiných projektů integrovaného přírodovědného vzdělávání, z nichž nejznámější jsou tyto:

1. *ESS The Elementary Science Study*;
2. *COPEs Conceptually Oriented Program in Elementary Science*;
3. *ESSP The Elementary-School Science Project*;
4. *USMES Unified Science and Mathematics for Elementary Schools*;
5. *SAPA Science – A Process Approach*;
6. *SCIS The Science Curriculum Improvement Study*;
7. *MINNEMAST Minnesota Mathematics and Science Teaching Project*.

Implementace těchto programů do českého vzdělávacího systému by však byla problematická. Jejich ucelenost a dlouhodobý charakter nejsou kompatibilní s výukou přírodních věd převážně diferencovanou do jednotlivých předmětů. Inspirovat se však můžeme jednotlivými tématy nebo konceptem prakticky (experimentálně) pojaté výuky. Rovněž důraz na společenské aspekty přírodovědného bádání a jeho historický vývoj, které v těchto programech často nacházíme, se staly důležitými podněty této práce.

3.4 Shrnutí kapitoly

V kapitole 3 jsem se zabýval definováním pojmu integrovaná přírodovědná výuka, hlavními tendencemi v jejím vývoji a důvody, pro které je ve výuce důležité integrovat poznatky v rámci přírodních věd. Jak se ukázalo, problematika integrované přírodovědné výuky je intenzivně řešena již řadu let. V minulosti i v současné době vznikala a vzniká řada konceptů a projektů IPV, které byly v řadě zemí s větším či menším úspěchem realizovány v praktické výuce. Především ty současné se opírají o konstruktivistický přístup ve vzdělávání. V kapitole jsou zmíněny příklady čtyř zemí (Slovensko, Maďarsko, Německo a USA) a jejich zkušenosti s integrovaným modelem přírodovědného vzdělávání.

Mezi nejvýznamnější současné přístupy integračních snah patří tematický přístup k integraci přírodovědného učiva, dále přístup z hlediska vědeckých pracovních postupů a pojmové struktury. Jednota přírodovědných postupů a pojmů není uměle vytvořenou strukturou, ale **vychází ze společné historie přírodních věd**, ze společných historicky daných východisek. Implementace tématu historie přírodních věd do vzdělávání tak může být naplněním těchto přístupů nebo alespoň může významným způsobem studentům pomoci tyto přístupy pochopit. Historii přírodních věd tak vnímám nejenom jako jedno z integrovaných témat, ale jde o koncept, který, pokud je vhodně využit, poukazuje na jednotu přírodovědného myšlení a na jeho společné kořeny. Koncept, který můžeme definovat jako samostatný přístup k integraci přírodovědného učiva.

4 INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDNÁ VÝUKA V ČESKÉM ŠKOLNÍM SYSTÉMU

V kapitole „Integrovaná přírodovědná výuka v českém školním systému“ se zaměřím na problematiku integrace přírodovědných poznatků na českých školách se zřetelem k aplikaci v chemickém vzdělávání. Konkrétně analyzuji platné české kurikulární dokumenty z hlediska zařazení integrovaní přírodovědné výuky a didaktické materiály, které jsou dostupné v tištěné nebo elektronické verzi.

Dále uvádím zkušenosti s integrovaným předmětem přírodních věd ze dvou pražských gymnázií – Gymnázium Jana Keplera, které zkušenosti veřejně publikovalo v odborném periodiku (Dostál, 2011), a Gymnázium PORG, na které jsem získal kontakt ze své osobní praxe. V kapitole také diskutuji i jiné možnosti realizace IPV v chemickém vzdělávání (tj. projektové vyučování, experimentální výuka a modulární přístup).

4.1 Platné kurikulární dokumenty

Integrovaná přírodovědná výuka je realizovatelná na úrovni základní i střední školy. Dokazují to také platné kurikulární dokumenty, tzv. Rámcové vzdělávací programy. Ty rozdělují vzdělávací obsah a cíle do vzdělávacích oblastí, které jsou tvořeny obsahově blízkými vzdělávacími obory.

Další kurikulární dokumenty (jako Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky nebo tzv. Standardy vzdělávání nahrazené právě RVP) diskutovány nejsou, nezabývají se integrací učiva.

4.1.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) zavádí vzdělávací oblast **Člověk a jeho svět**, která (jako jediná) je koncipována pouze pro první stupeň základního vzdělávání. Tato oblast „vymezuje vzdělávací obsah týkající se člověka, rodiny, společnosti, vlasti, přírody, kultury, techniky, zdraví a dalších témat. Uplatňuje pohled do historie i současnosti a směřuje k dovednostem pro praktický život. Svým široce pojatým syntetickým (integrovaným) obsahem spoluutváří povinné základní vzdělávání na 1. stupni (RVP ZV, 2007).“ Vzdělávací obsah oblasti Člověk a jeho svět je členěn do 5 tematických okruhů *Místo, kde žijeme (1)*, *Lidé kolem nás (2)*, *Lidé a čas (3)*, *Rozmanitost přírody (4)* a *Člověk a jeho zdraví (5)*. Propojením

těchto tematických okruhů je možné vytvářet v ŠVP na 1. stupni ZŠ různé varianty vyučovacích předmětů. Autoři RVP ZV doporučují jeden předmět v 1. – 3. ročníku a dva předměty ve 4. a 5. ročníku (tj. *Vlastivěda* zahrnující okruhy 1 – 3 a *Přírodověda* zahrnující okruhy 4 a 5). Možné jsou však i jiné varianty.

Základní školy tedy nediferencují přírodovědné poznání na 1. stupni do jednotlivých vědních disciplin. Přírodovědné obory se obvykle vyčleňují do samostatných předmětů až na druhém stupni.

Na druhém stupni základní školy (popřípadě na odpovídajících ročnících víceletých gymnázií) je zavedena vzdělávací oblast **Člověk a příroda**, která zahrnuje vzdělávací obory Chemie, Přírodopis, Fyzika a Zeměpis. V její charakteristice se uvádí: „V této vzdělávací oblasti dostávají žáci příležitost poznávat přírodu jako systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Na takovém poznání je založeno i pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy pro existenci živých soustav, včetně člověka (RVP ZV, 2007).“ Dále jsou v textu diskutovány očekávané výstupy jednotlivých vzdělávacích oborů, společné očekávané výstupy však definovány nejsou, pouze je uvedeno cílové zaměření vzdělávací oblasti, které je však příliš obecně formulováno. Domnívám se, že vymezení očekávaných výstupů z pohledu celé vzdělávací oblasti by učitelům pomohlo při hledání souvislostí v rámci přírodních věd.

4.1.2 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (dále jen RVP G) hovoří o integraci obsahu vzdělání několikrát. V části C, která je věnována cílům a celkovému pojetí gymnaziálního vzdělávání, se uvádí, že ve vzdělávání by se měly uplatňovat postupy a metody podporující tvořivé myšlení a zařazovat do výuky nové organizační formy i integrované předměty (RVP G, 2007). Dalším novým prvkem, který zavádějí rámcové vzdělávací programy do výuky a který přímo souvisí s tématem integrované výuky, jsou takzvaná **průřezová témata**. Průřezová témata tvoří povinnou součást vzdělávání. Jde o témata, která jsou v současné době chápána jako aktuální. Mají především ovlivňovat postoje, hodnotový systém a jednání žáku. Jejich úkolem je také propojovat a doplňovat, co si žáci během studia osvojili. Přírodovědné poznatky lze včlenit především do průřezového tématu environmentální výchova.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda je v RVP G charakterizována takto: „Základní prioritou každé oblasti přírodovědného poznávání je odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy. Přírodní objekty jsou

totiž vesměs systémy nebo tyto systémy vytvářejí. Zkoumání přírody tak nezbytně vyžaduje komplexní, tj. multidisciplinární a interdisciplinární přístup, a tím i úzkou spolupráci jednotlivých přírodovědných oborů a odstraňování jakýchkoli zbytečných bariér mezi nimi. Vzdělávací oblast Člověk a příroda má proto také umožnit žákům poznávat, že bariéry mezi jednotlivými úrovněmi organizace přírody reálně neexistují, jsou často jen v našem myšlení a v našich izolovaných přístupech. Svým obsahovým, strukturním i metodickým pojetím má oblast vytvářet prostředí koordinované spolupráce všech gymnaziálních přírodovědných vzdělávacích oborů. Přírodovědné disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které uplatňují ve své výzkumné činnosti. Používají totiž vždy souběžně empirické prostředky (tj. soustavné a objektivní pozorování, měření a experimenty) a prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Každá z těchto složek je přitom v procesu výzkumu nezastupitelná, vzájemně se ovlivňují a podporují (RVP G, 2007).“

RVP G poukazuje především na obsahové a metodické vazby mezi přírodovědnými předměty, tedy využití tematického přístupu nebo přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů. Vazby přírodních věd na jejich společný historický vývoj a na vývoj lidského myšlení však zmiňovány nejsou. Právě jejich zdůraznění však může vnést do výuky humanitní prvky. Proces humanizace přírodních věd na jedné straně a na druhé straně využívání exaktních metod typických pro přírodní vědy ve vědách společenských ve svém důsledku vede k sblížování společenskovedního a přírodovědného obsahu vzdělání, tedy k mezioborové integraci.

4.2 Didaktické materiály pro integrovanou výuku na českém trhu

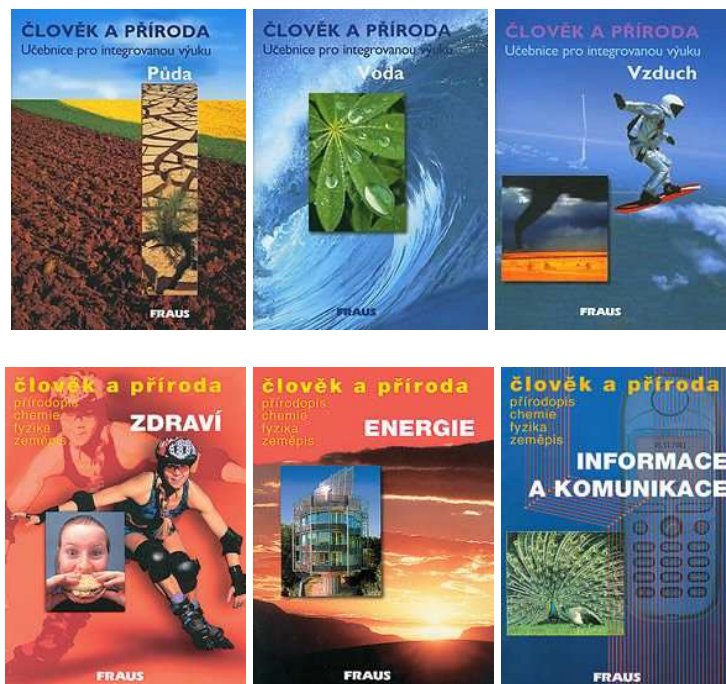
V této kapitole uvádím analýzu dostupných didaktických materiálů pro učitele na českých školách – učebnic i materiálů dostupných elektronicky.

Ačkoliv je integrovaná přírodovědná výuka didaktiky často zmiňována a diskutována, český trh s učebnicemi nabízí pouze jedinou sadu učebnic přímo věnovanou integrované přírodovědné výuce. Nakladatelství Fraus vydalo sérii učebnic pro integrovanou výuku, které jsou určeny pro vzdělávací oblast Člověk a příroda k šesti různým tematickým celkům. Tyto učebnice (Ditrich a kol., 2005; Begstedt a kol., 2005 (a)-(c); Klepel a kol., 2005; Zahradník a kol., 2005) jsou využitelné ve výuce přírodovědných předmětů na základních školách či v nižších ročnících víceletých gymnázií.

V elektronické podobě jsou na internetu k dispozici recenzované materiály k IPV vytvořené odbornými didaktickými pracovišti. Například na Masarykově univerzitě v Brně vznikly v rámci projektu „Syntézou poznatků přírodních věd k rozvoji klíčových kompetencí učitelů s důrazem na realizaci kurikulární reformy“ integrovaně zpracované texty pro učitele pro šest témat včetně souboru pracovních a metodických listů. Materiály vhodné pro výuku mezioborových témat vznikají také na fakultách vzdělávajících budoucí učitele jako součást diplomových prací, které jsou věnovány projektovému vyučování (např. Kudrnová, 2010 nebo Konečná 2010, viz. kap. 4.3.3).

4.2.1 Učebnice pro integrovanou výuku

Nakladatelství Fraus vydalo v letech 2005-2008 řadu učebnic pro druhý stupeň ZŠ a odpovídající ročníky víceletých gymnázií pro integrovanou výuku (viz. obr. 4.1). Ačkoliv jsou učebnice primárně určeny pro výuku přírodovědných předmětů (přírodopis, zeměpis, chemie, fyzika, ekologie), dotýkají se částečně také společenskovedních oborů (historie, psychologie aj.). Řada obsahuje šest sešitů zaměřených na témata: Půda, Zdraví, Vzduch, Voda, Informace a komunikace, Energie. Samo nakladatelství je charakterizuje takto: „Tematické sešity jsou členěny do jednotlivých ucelených kapitol, se kterými lze pracovat v různém pořadí nezávisle na sobě. Kapitoly jsou uspořádány tak, že na úvodní pokusy a pozorování navazuje soubor otázek a úkolů prověřujících pochopení problematiky. Komplexní pohled na zkoumané téma je zpracován ve druhé části kapitoly. Kombinace textu, ilustrací, fotografií, tabulek a grafů umožňuje snadnou orientaci, je přehledná a současně motivující“⁶.



Obr. 4.1 Učebnice pro integrovanou výuku od nakladatelství Fraus⁶

Nezvyklé pro tyto učebnice je právě skutečnost, že každá jejich kapitola začíná sérií úkolů, otázek, pokusů a pozorování a teprve po ní následuje popisná část kapitol. Z jiných (nejenom přírodovědných) učebnic jsme spíše zvyklí na opačný přístup autorů, kdy jsou studenti nejprve seznámeni s tématem a teprve na konci kapitoly jsou doplňující otázky, které mají prověřit, zda si žáci učivo osvojili. Ačkoliv zvolený přístup nám může připadat nezvyklý, velmi dobře reflektuje konstruktivistické požadavky na to, že nové učení začíná aktualizací předchozího porozumění a rekonstrukcí původních představ žáků. Otázky i pokusy jsou jednoduššího typu, tak aby si experimenty žáci mohli vyzkoušet třeba i doma (př. Změř si svou tělesnou teplotu při různých venkovních teplotách. Zjisti obsah vody v mrkvi a jablku. Porovnej kapku studené a horké vody a rozdíl zdůvodni.). Některé však (zvláště u témat Půda a Vzduch, viz. obr. 4.2) lze provádět pouze v laboratoři pod dohledem učitele (př. stanovení podílu kyslíku ve vzduchu, příprava dusíku). Nedostatkem, který se projevuje u všech témat, je skutečnost, že v učebnicích chybí řešení zadávaných otázek a úkolů (a to i pro učitele). Vzhledem k interdisciplinárnímu charakteru učebnic i otázek a úkolů v nich použitých může být pro učitele s aprobací biologie – chemie obtížné odpovědět na fyzikální otázky a naopak. Složitě dohledávání správných odpovědí může tedy řadu učitelů odradit od používání těchto učebnic.

Pokud se podíváme na využitelnost jednotlivých tematických sešitů ve výuce chemie, je zřejmé, že témata Vzduch, Voda i Energie lze do výuky nenásilně implementovat. Téma Zdraví a Půda sice jeví více biologických prvků, určité kapitoly (př. Léků se nelze zřít – jejich zneužívání však škodí, Půdní reakce a obsah uhličitanu vápenatého v půdě, Ionty minerálních solí v půdě nebo Hnojení) jsou však také využitelné ve výuce chemie. Tematický sešit Informace a komunikace obsahuje především učivo biologie, fyziky spolu s informační výchovou, ale setkáme se zde i s pojmy jako polovodič nebo hormony, které jsou rovněž klasickou náplní učiva chemie.



Obr.4.2 Učebnice pro integrovanou výuku –Vzduch: obrázky k pokusům (Ditrich a kol., 2005)

Celkově lze řadu tematických sešitů od nakladatelství Fraus hodnotit pozitivně. Jedná se o jedny z nejrozšířenějších učebnic integrované výuky na českém trhu. Jsou doplněny metodickou příručkou pro učitele *Člověk a příroda – jak využívat integrované učební texty ve výuce*. Grafické zpracování je nadstandardní. Učební text je prokládán řadou barevných fotografií, schémat a grafů, stejně tak i motivačními úkoly.

V učebnicích chybí (jak již bylo uvedeno výše) autorská řešení úkolů, stejně tak nejsou doplněny úvodem, kde by autoři vysvětlili obecné cíle integrované výuky a jejich dílčí aplikaci na jednotlivá témata. Také je nutné poznamenat, že jde pouze o překlad z německého originálu. Nelze tedy od učebnic očekávat žádné příklady ve vztahu k České republice a české krajině a přírodě.

4.2.2 Projekt Syntézou poznatků přírodních věd k rozvoji klíčových kompetencí

Na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity v Brně je řešen od roku 2009 projekt „Syntézou poznatků přírodních věd k rozvoji klíčových kompetencí učitelů s důrazem na realizaci kurikulární reformy.“ Projekt je řešen ve spolupráci přírodovědných kateder fakulty (geografie, chemie, biologie a fyzika) se základními a

středními školami. Jedním z hlavních cílů projektu je sestavit integrovaně zpracovaný text pro učitele k šesti tématům: Jezdíme autem, Domácnost – svět v malém, Město a venkov, Šaty dělají člověka, Robinsonem na pustém ostrově a Počasí a podnebí. Texty obsahují mimo jiné dílčí úkoly, zajímavosti a tabulky naznačující možné využití kapitoly v rámci průřezového tématu RVP, včetně tzv. „Učitelova námětovníku“ – souboru pracovních a metodických listů tematicky navazujících na zpracované kapitoly (Plucková, Svatoňová, 2010).

Autoři do témat implementovali i chemické poznatky, pomocí kterých se snaží osvětlit děje a jevy v běžném životě. Tak například u tématu Jezdíme autem je úkolem chemie vysvětlit původ benzínu a obsah škodlivých látek obsažených ve výfukových plynech.



Obr. 4.3 Ukázky z učebnic *Domácnost – svět v malém* a *Jezdíme autem*⁷

Na webových stránkách projektu <http://www.ped.muni.cz/prirodoveda/> jsou také k dispozici k jednotlivým tématům videa experimentů využitelných ve výuce chemie. Všechna témata by měla být zpracována do konečné podoby do konce trvání projektu, tedy do roku 2012.

Projekt „Syntézou poznatků přírodních věd k rozvoji klíčových kompetencí učitelů s důrazem na realizaci kurikulární reformy“ považují jeho zaměřením na integraci přírodovědných poznatků a na praktické otázky každodenního života za velmi užitečný. Témata jako Šaty dělají člověka nebo Robinsonem na pustém ostrově mohou být zajímavá pro žáky prvního stupně základní školy, témata Jezdíme autem a Počasí a podnebí najdou uplatnění i na druhém stupni při výuce přírodovědných předmětů. V konceptu projektu však postrádám konkrétnější zařazení těchto celků ve výuce a

jejich návaznost na jiná témata. Rovněž chybí diskuze nad časovou náročností zpracovaných témat.

4.3 Prostředky integrované přírodovědné výuky

Didaktické prostředky jsou v odborné literatuře definovány jako „předměty a jevy sloužící k dosažení vytyčených cílů. Prostředky v širokém smyslu zahrnují vše, co vede ke splnění výchovně vzdělávacích cílů (Maňák, 2003).“

Jejich členění je různorodé, nicméně pro účely této práce jsem vybral členění dle Jana Geschwinder (1995), který didaktické prostředky dělí na materiální a nemateriální. Do materiálních didaktických prostředků patří vyučovací pomůcky, žákovské pomůcky (potřeby), učebny a jejich vybavení a didaktická technika. Pro přírodovědné vzdělávání jsou charakteristické materiální prostředky jako laboratoře (biologické, chemické, fyzikální) a jejich vybavení, přírodniny a modely. Do nemateriálních didaktických prostředků Geschwinder řadí vyučovací metody, organizační formy a vyučovací zásady.

4.3.1 Metody a formy výuky využitelné v IPV

Přírodovědné vzdělávání se opírá o celou škálu metod a forem výuky, jejichž vhodná kombinace a využití ve výuce spolu s materiálními didaktickými prostředky vede k zvýšení přírodovědné gramotnosti žáků. V souvislosti s konstruktivisticky pojatým vzděláváním jsou v přírodovědných předmětech preferovány ty metody a formy výuky, které respektují poznávání založené na vlastní zkušenosti žáků a omezují transmisivní přístupy. V přírodovědném vzdělávání jsou to žákovské a demonstrační experimenty, pozorování a laboratorní práce, ale nejen to, jde i o uplatnění problémově pojaté výuky nebo kritického myšlení, jak jsem již uvedl v kapitole 3.1.2 v souvislosti s konstruktivismem a IBSE.

Integrovaná přírodovědná výuka by měla v sobě tyto přístupy zahrnovat, a to tak, aby směřovaly k prezentování jednoty přírodovědného myšlení. IPV tedy nelze chápat jako samostatnou metodu či formu výuky realizovatelnou nezávisle na ostatních metodách a formách. Jde o **široký komplex přístupů, které využívají existujících a standardně definovaných prostředků materiálního i nemateriálního charakteru k dosažení výchovně vzdělávacích cílů společných pro přírodovědné obory.**

V další části textu je diskutován projekt Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání (Nezvalová, 2007), který se zabývá metodami a formami integrace. Dále uvádím projektové vyučování a experimentální výuku a jejich vztah k integraci přírodovědného učiva. Projektové vyučování, jak vyplynulo z mého výzkumu (viz. kap. 5.3.4), považuje čtvrtina gymnaziálních učitelů za nejvhodnější metodu při realizaci mezioborových vztahů. Experimentální výuku jsem zvolil, protože je typická pro přírodovědné vzdělávání.

4.3.2 Didaktický systém IPV dle projektu Konstruktivismus a jeho aplikace

Projekt Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, který vznikl ve spolupráci Palackého Univerzity v Olomouci, Univerzity v Hradci Králové a Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, chápe IPV ve smyslu syntézy učiva tradičních přírodovědných předmětů s cílem usnadnit přírodovědné poznávání na základě transferu poznatků mezi jednotlivými oblastmi přírodních věd, na základě podobnosti, logické struktury a výstavby (Nezvalová, 2007). Autoři nejprve definují **standards obsahu přírodovědy** v sedmi oblastech, z nichž pro tuto disertační práci se jeví jako podstatné následující dva:

- Sjednocující koncepty a procesy přírodních věd;
- Historie a přírodověda.

Sjednocující koncepty a procesy přírodních věd jsou ty standardy, které jsou využívány ve výuce přírodních věd ve všech ročnících všech stupňů a pomáhají žákům integrovat základní zákony a procesy přírodních věd. Autoři projektu uvádějí tyto sjednocující standardy přírodovědných předmětů:

1. Systémy, řády a organizace;
2. Důkazy, modely a objasnění;
3. Proměnné, konstanty a měření;
4. Evoluce a rovnováha;
5. Druhy a funkce.

Systémy jsou chápány jako organizované skupiny objektů nebo jejich částí, které vytvářejí celek. Příkladem systému v biologii může být skupina organismů se společnými znaky (savci), ve fyzice skupina planet (sluneční soustava), v chemii skupina vázaných atomů (molekula). Systematické pojetí zkoumání je typické pro všechny přírodní vědy. Systémy mají svůj **řád**, svou **organizaci** a řídí se **zákony**, na

základě kterých lze předvídat jejich další vývoj. Systémy se často ve vědě i ve výuce zjednodušují v **modely**, přírodní zákony je nutné na základě pozorování a experimentů **dokázat a objasnit**. Důkazy se často v přírodních vědách provádějí na základě **měření** určitých veličin a jejich změn. **Změny** systému v delším časovém horizontu chápeme jako jeho **evoluci**. Systémům, stejně tak jednotlivým tělesům a organismům, jsme schopni přiřadit jejich **druh a funkci**.

Zvýrazněné pojmy v předešlém odstavci jsou charakteristické pro přírodovědné myšlení a bádání jako takové. Autoři projektu jsou si toho vědomi a jimi vytvořený didaktický systém IPV (tzv. modulární přístup) se snaží tuto skutečnost reflektovat.

Z obsahu vzdělání v přírodovědě projekt uvádí také oblast **Historie a přírodověda**. K jejímu významu se dočteme: „Historie přírodních věd přispívá k jejich humanizaci a pochopení filosofické, sociální a humánní podstaty přírodních věd. Cílem tohoto obsahového standardu není mít komplexní poznatky o historii přírodních věd, ale prostřednictvím historických příkladů a experimentů žáci porozumí podstatě vědeckého zkoumání, podstatě přírodovědných poznatků a interakci mezi vědou a společností (Nezvalová, 2007).“

Autoři projekt Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání navrhuji **modulární přístup** k IPV. Modulem rozumí různě rozsáhlou, relativně ucelenou část vzdělávacího programu, která je tvořena obsahovými a cílovými standardy, na které navazují standardy hodnotící. V rámci projektu vznikly 3 publikace, které konkretizují jednotlivé moduly pro základní školu formou výkladového textu, námětů experimentů a problémových úkolů a otázek. Jedna publikace je určena pro biologii (Jurčák, 2007), druhá pro fyziku (Holubová, 2007), třetí pro chemii (Klečková, Bílek, 2007).

Zpracovány jsou celkově tyto moduly (ne všechny jsou však zpracovány pro všechny předměty):

- Přírodověda;
- Poznáváme přírodu;
- Energie a pohyb;
- Energie a látka;
- Interakce látek;
- Vlnění, zvuk, světlo;

- Zdroje energie;
- Elektrická energie a přenos energie;
- Elektrické systémy a živé organismy;
- Vývoj v přírodě a vesmíru.

Ačkoliv projekt uvádí historii přírodovědy jako jeden ze sedmi obsahových standardů, toto téma není do modulů v rámci IPV zařazeno, ani v nich zpracováno. Na rozdíl od autorů projektu chápou historii přírodních věd nejenom jako jeden z obsahových standardů přírodovědy, ale zároveň bych ji zařadil do skupiny významných sjednocujících konceptů a procesů přírodních věd.

4.3.3 Projektové vyučování jako prostředek integrace

Projektové vyučování je definováno jako „specifický typ učebního úkolu, ve kterém mají studenti možnost volby tématu a směru jeho zkoumání, a jehož výsledek je tudíž jen do jisté míry předvídatelný (Kasíková, 1997).“ Řadou autorů (Šulcová, 2001, Kašová, 2005) jsou právě projekty ve školní výuce považovány za vhodnou metodu integrace přírodovědného učiva. Obvykle je zvoleno určité interdisciplinární téma (např. voda, vzduch, půda, energie viz. Kudrnová, 2010 a Konečná 2010) a rozpracováno do podoby řady dílčích úkolů, jimiž se po určitou dobu zabývá skupina žáků. Projektové vyučování je tematicky pojatou integrovanou výukou. Projekt předpokládá zkoumání problému z různých úhlů pohledu, týmovou spolupráci mezi žáky a orientaci na praktické využití závěrů projektu.

Nevýhodou projektového vyučování je jeho časová a organizační náročnost. Rovněž u projektů, které jsou řešeny skupinou žáků, je problematické zajistit, aby se na nich podíleli stejnou měrou všichni zúčastnění. Projekty ze své podstaty a definice jsou věnovány jednomu tématu a poznatky jsou tak integrovány pouze v rámci něho. Domnívám se, že implementace historie přírodních věd do výuky přírodovědných předmětů může kompenzovat tuto úzkou specializaci projektů tím, že integruje přírodní vědy v jiné rovině. Historie přírodních věd totiž poukazuje nejenom na společná témata, ale hlavně na společný vývoj a metodiku přírodních věd. Tato práce si tedy neklade za cíl nahradit projektové vyučování v přírodovědných předmětech historií, ani nechce zpochybňovat význam projektů v integrované výuce, ale naopak chápe historii přírodních věd jako další možnou rovinu integrace.

4.3.4 Experiment jako prostředek integrace

Pro přírodní vědy je typickou metodou poznávání experimentování. Snad nejvíce jsou experimenty v myslích žáků spjaty právě s chemií. Již od základní školy se ve výuce chemie seznamují prostřednictvím učitelem demonstrovaných pokusů či vlastních laboratorních prací s vlastnostmi látek a zákonitostmi jejich vzájemných přeměn. Na experimentech s chemickými látkami je ale možné ukázat také řadu fyzikálních vlastností, popřípadě zdůraznit jejich biologický význam. Využít experimenty jako prostředek integrované přírodovědné výuky pokládám za podstatné i z jiného důvodu. Ačkoliv jsou laboratorní práce z chemie, biologie (přírodopisu) a fyziky spjaty pro žáky často s jiným prostředím (chemická laboratoř, biologická laboratoř, laboratoř fyziky), s jiným materiálním vybavením (kahany, mikroskopy, voltmetry), s jinými postupy práce (filtrace, mikroskopování, zapojování elektrických obvodů), měly by být koncipovány na stejných základních cílech. Ty vidím především v oblasti rozvíjení osobních vlastností, jako je přesnost, smysl pro detail, vzájemnou spolupráci při řešení problémů, trpělivost, schopnost rozvrhnout si práci. Dále si žáci procvičují svou manuální zručnost a učí se bezpečné práci při činnostech, které vykazují určitá rizika. Tyto společné aspekty praktických cvičení v přírodovědných předmětech spolu s jejich motivačním charakterem z nich činí vhodný nástroj IPV.

Využitím experimentů při integraci přírodovědných poznatků se již ve své práci zabývaly autorky Klečková, Fadrná, Topičová (2005). Uvádí několik pokusů využitelných v integrované výuce: důkaz vody ve vydechovaném vzduchu pomocí hexahydrátu chloridu kobaltnatého, chování laserového paprsku v koloidním roztoku, sledování osmotických jevů v roztoku žluté krevní soli po přidání krystalů dihydrátu chloridu měďnatého apod. Autorky u jednotlivých pokusů vždy uvádí jejich možné tematické zařazení ve výuce chemie, biologie a fyziky.

4.4 Zkušenosti s integrovaným předmětem na českých gymnáziích

Rámcové vzdělávací programy poskytly školám jistou míru pedagogické autonomie. Ta spočívá i v možnosti zcela inovovat strukturu vyučovacích předmětů. Každá škola si tak sama může rozhodnout, jaké vyučovací obory budou tvořit náplň toho kterého vyučovacého předmětu. Tak například pro obory Chemie, Biologie, Fyzika

není zapotřebí vytvářet tři samostatné vyučovací předměty, ale je možné je integrovat do jednoho předmětu s názvem Přírodní vědy nebo podobným.

Většina českých gymnázií, jak vyplývá z mého výzkumu, k takovému razantnímu kroku nepřistoupila. Některá však integrovaný předmět do svých školních vzdělávacích programů alespoň v prvním ročníku osmiletého studia zahrnula (viz. kap. 5.3.4). Mezi nimi byla i dvě pražská gymnázia: První obnovené reálné gymnázium a Gymnázium Jana Keplera.

Při porovnávání integrovaných přírodovědných předmětů na těchto dvou gymnáziích jsem vycházel z analýzy školních kurikulárních dokumentů, uveřejněného článku (Dostál, 2011) a v případě PORGu i z hospitace ve výuce. Při hospitaci jsem hodnotil především materiální vybavení školy, přístup učitele k žákům, využívané metody výuky, aktivitu žáků. Informace jsem získával pozorováním a polostrukturovaným rozhovorem s učitelem (Hendl, 2005).

4.4.1 První obnovené reálné gymnázium

První obnovené reálné gymnázium v Praze Libni (dále jen PORG) je osmileté soukromé gymnázium s více jak dvacetiletou tradicí výuky. Počet dětí ve třídě je nižší než u většiny státních škol. Kromě klasického gymnaziálního vzdělávání byla v rámci PORGu zřízena i přidružená základní škola s výukou na prvním stupni a česko – anglické gymnázium (tzv. Nový PORG).

V primě osmiletého studia gymnázia PORG je vyučován předmět Integrovaná přírodověda, jehož hlavní charakteristiku shrnuje tabulka 4.1. Ve vyšších ročnících pak probíhá výuka přírodních věd již klasicky v oddělených předmětech.

Tab. 4.1 Integrovaná přírodověda

Název předmětu	Integrovaná přírodověda
Ročník	prima
Hodinová dotace za týden	4
Z toho praktických cvičení	2
Předmět integruje tyto obory	fyzika, biologie, chemie

Plán učiva předmětu zahrnuje 4 větší celky (tab. 4.2), z nichž první dva (Věda, Hmota) mají zjevný integrující charakter.

Tab. 4.2 Výukové celky předmětu

Integrovaná přírodověda	
Výukový celek	Témata
VĚDA	Vědní obory
	Metody vědeckého zkoumání
	Experiment, protokol
HMOTA	Částice, molekuly, atomy
	Skupenství, změny skupenství
	Směsi
BUŇKA	Rostlinná a živočišná buňka
	Mikroskopování
ELEKTŘINA	Elektrické napětí a proud
	Elektrický obvod
	Zapojování spotřebičů
	Elektromagnet

Integrace přírodovědných poznatků se neodehrává pouze na úrovni zařazení společných témat do výuky, ale především ve využívaných metodách výuky. Předmět je vyučován třemi učiteli, z nichž každý je specializován na jiný z oborů. Hodiny teoretické výuky u celků Věda a Hmota jsou pak vedeny 2 učiteli, díky čemuž je zaručeno, že téma je probráno z více pohledů. Tato metoda je náročná na spolupráci obou učitelů při přípravě i vlastní realizaci hodiny (Šíba, 2009).

Jak vyplynulo z rozhovoru s vyučující ing. Magdalenou Janichovou během mé návštěvy PORGu, původně hodiny vedli všichni tři učitelé, každý reprezentující jeden z oborů (fyziku, chemii, biologii). Z hodnocení předmětu ze strany žáků a jejich rodičů však vyplynulo, že přítomnost tří učitelů je pro žáky náročná na soustředění, proto postupně učitelé přešli na model přednášky ve dvou.

Učitelé hodnotí žáky na základě jejich pečlivosti, aktivity v hodinách, písemných testů (minimum pro hodnocení „dostatečný“ je 50 % bodů), podílu na projektech, prezentačních dovednostech, práci v laboratoři a z ní vyplývajících vedení protokolů.

Při návštěvě PORGu 11. ledna 2011 jsem měl možnost hospitovat na dvouhodinovém praktickém cvičení z předmětu Integrovaná přírodověda. Žáci byli

rozdělení do dvou skupin po 12 osobách, jedna skupina prováděla krystalizaci, druhá měření tlaku v závislosti na teplotě. Atmosféra při cvičení byla velmi tvůrčí, přátelská. Žáci měli k dispozici pracovní listy a na úkolech pracovali samostatně. Na konci praktického cvičení byly pracovní listy vybrány pro jejich vyhodnocení učiteli.

Praktická cvičení a práce v laboratoři jsou nejenom důležitým motivačním a formujícím prvkem žáků k jejich vztahu k přírodním vědám, rovněž ale umožňují poznat, že přírodní vědy stojí na stejných či podobných metodách výzkumu založených na experimentování a pozorování. Pokud se škola rozhodne zavést v jakémkoli ročníku integrovaný předmět přírodních věd, pokládám za nezbytné, aby byl doplněn alespoň dvouhodinovým praktickým cvičením týdně. Integrovaný předmět klade značné nároky na pozornost žáků, na jejich schopnost třídit nové poznatky. Bez možnosti ověřit si a vyzkoušet určité teoretické znalosti prakticky je to pro žáky ještě mnohem náročnější úkol. Praktická cvičení kladou značné nároky nejenom na vlastní přípravu učitelů, ale i na materiální vybavení školy. PORG disponuje ve výuce přírodních věd kvalitním laboratorním zázemím i nadšenými učiteli, kteří jsou schopni úzké spolupráce při využívání netradičních metod. Integrovaný předmět tak zde má své opodstatnění a může být skutečným přínosem v rozvoji kompetencí, které jsou nezbytné pro studium přírodních věd ve vyšších ročnících.

Diferenciace předmětů na chemii, biologii a fyziku probíhá od sekundy, i když prakticky již v druhém pololetí primy jsou vyučovány tematické celky bez zjevného integrujícího charakteru (Buňka, Elektřina). Učitelé se však i ve vyšších ročnících snaží, jak vyplynulo z mého rozhovoru s nimi, především formou projektů a exkurzí uplatňovat prvky integrované přírodovědné výuky.

4.4.2 Gymnázium Jana Keplera

Druhé pražské gymnázium, které využilo možnosti integrovat více přírodovědných oborů v jeden předmět, bylo Gymnázium Jana Keplera.

V primě osmiletého studia zavedlo gymnázium vyučovací předmět Přírodověda integrující poznatky z fyziky, chemie, přírodopisu a zeměpisu. Hlavní charakteristiku předmětu shrnuje tabulka 4.3. Integrovaný předmět byl nejprve zamýšlen pouze na první pololetí primy, později však byl rozšířen na celý školní rok. Realizován je v podobě čtyř po sobě jdoucích vyučovacích hodin, ve kterých se střídají čtyři učitelé –

odborníci na fyziku, chemii, přírodopis a zeměpis. Dále žáci jednou týdně absolvují dvouhodinové laboratorní práce.

Tab. 4.3 Přírodověda

Název předmětu	Integrovaná přírodověda
Ročník	prima
Hodinová dotace za týden	6
Z toho praktických cvičení	2
Předmět integruje tyto obory	fyzika, přírodopis, chemie, zeměpis

Vzdělávací obsah předmětu byl rozdělen do pěti větších tematických celků: *hmota, země, voda, vzduch a oheň*. V rámci těchto celků byla určena jednotlivá komplexní témata, do nich rozpracováno učivo chemie, fyziky, přírodopisu a zeměpisu a konkretizovány žákovské výstupy (viz. tab. 4.4 *Tematický plán předmětu Přírodověda*). F. Dostál (2011), jeden z vyučujících a tvůrců Přírodovědy, k tvorbě učebních osnov uvádí: „Nepodařilo se vždy provést smysluplnou integraci všech čtyř oborů. Bylo zapotřebí vymezit témata (např. rybník, oceán, kyselá dešť), v nichž budou propojeny všechny obory, dále okruhy (např. atom, magnetismus, biomy Země), v nichž se propojí 2 nebo 3 obory, a témata zaměřená na dílčí dovednosti typické pouze pro jeden obor (např. dovednost operovat s chemickými značkami a vzorci, orientovat se na mapě, pracovat s mikroskopem).“

Tab. 4.4 Tematický plán předmětu Přírodověda (Dostál, 2011)

Číslo čtyřhodinového bloku		Učitel chemie	Učitel fyziky	Učitel přírodopisu (biologie)	Učitel zeměpisu
1	H M O T A	Úvodní hodiny			
2		Atomy a ionty		Příroda neživá a živá v říších	Sféry zemské
3		Látka a její skupenství		Biogenní prvky	Teorie deskové tektoniky
4		Mendělejevova periodická tabulka prvků		Cykly prvků v přírodě	Horninový cyklus a typy hornin
5	Z E M Ě	Minerály	Magnetismus	Fosilizace	Zemský magnetismus
6		Exkurze – mineralogické oddělení Národního muzea			
Komplexní téma PŮDA					
7		Chemické složení půdy, půdy kyselá a zásaditá	Vzlínání vody v půdě	Příjem živin kořenovým systémem Edafon, biologické procesy v půdě	Půdní druhy a typy, závislost na matečné hornině a exogenních procesech

8		Molekula vody	Objem	Význam vody v organizmech	TEST hmota + země
		Komplexní téma MINERÁLNÍ VODY			
9		Chemické složení minerálních vod	Chemické a fyzikální dělení min. vod	Balneoterapie	Hydrogeologie min. pramenů a jejich výskyt v ČR
		Komplexní téma OCEÁN			
10	V O D A	Salinita mořské vody	Hustota a tlak mořské vody	Vylučovací soustava sladkovodních a mořských ryb, biodiverzita oceánu	Mořské proudy, moře okrajová a vnitřní a jejich salinita
11		Odsolování mořské vody na principu destilace	Skupenské změny v koloběhu vody	Tažné ryby	Koloběh vody na Zemi
		Komplexní téma RYBNÍK			
12		Znečištění vody	Teplotní zvrstvení rybníka	Zonace stanovišť v rybníku	Hydrologické a genetické typy rybníků a jezer
13		pH, tvrdost a další chemické charakteristiky povrchových vod	Rybníční soustava na principu spojených nádob, povrchové napětí vody	Trofický řetězec rybníčního ekosystému	Rybníční soustavy v ČR
		Komplexní téma ŘEKA			
14		Čistička odpadních vod	Jednotky SI – teplota	Hydrologie řek, fluviaální činnost	Rybí pásma podle Friče
15		TEST – voda	Exkurze – Ekotechnické muzeum Praha – Bubeneč		
16		Exkurze – vodárenské muzeum v Praze – Podolí			
17	V Z D U C H	Složení vzduchu	Tlak vzduchu	Dýchání rostlin a živočichů	Tlakové pole v atmosféře
18		Vzduch jako surovina chem. průmyslu	Měření tlaku vzduchu		Procesy na atmosférických frontách
		Komplexní téma SMOG A KYSELÉ DEŠTĚ			
19		Druhy a původ emisí	Teplotní inverze a její důsledky	Onemocnění dýchacích cest	Radiační a advekční klima, mlhy a skleníkový efekt
20		Vznik kyselých dešťů	Princip tepelné elektrárny a motorů	Působení kyselých dešťů na biotu	Geografické vlivy na míru znečištění ž. p.
21		TEST - vzduch	Exkurze – výběr ze tří možností (ČHMÚ, Imax, Planetárium)		
22	O H E Ň	Oheň alchymistů	Jednoduchý elektrický obvod	Fotosyntéza	Vnější energie Země – sluneční
23		Hoření	Spotřeba energie v domácnosti	Dýchání	Vnitřní energie Země
		Komplexní téma UHLÍ A ROPA			
24		Chemické rozdíly v druzích uhlí nebo ropy	Výhřevnost uhlí a paliv z ropy	Vznik uhlí a ropy	Světové oblasti těžby uhlí a ropy
25		Atomová energie	Solární energie	Energie biomasy	Větrná energie
		Komplexní téma POŽÁR			
26		Hašení požáru, hasicí přístroje	Signalizační zařízení požáru	Ekologická sukcese po lesním požáru	Geografické podmínky vzniku lesních požárů

27		TEST – oheň	Exkurze - Plynárenské muzeum
28		Exkurze – Muzeum hasičské techniky v Příbyslavi	
		Komplexní téma ODPAD	
29			
30			
		Komplexní téma PAPÍR	
31			
32		Práce na prezentaci ve skupinách	
33		Prezentace výsledků	
34		Komplexní exkurze v přírodě – TŘI DNY	
35		Procvičování	BIOMY a GEOMY ZEMĚ
36			

Integrovaný předmět Přírodověda je vyučován týmem čtyř učitelů (fyzika, chemika, biologa a geografa). Jde o metodu takzvaného *team teachingu*, při které je výuka předmětu připravována skupinou učitelů. Tato metoda se pro výuku integrovaných předmětů přímo nabízí nicméně má i svá úskalí. Především jde o časovou náročnost přípravy výuky a náročnost vzájemné koordinace. Jako problematická se může jevit i evaluace výuky – nutnost sestavit společné didaktické testy, které by prověřovaly syntézu znalostí ze všech oborů. Učitelé Přírodovědy navíc poukazují (Dostál, 2011) na nezbytnost překonání žákovského (někdy však i rodičovského) stereotypu „jeden předmět je učen jedním učitelem.“

4.4.3 Srovnání Integrované přírodovědy a Přírodovědy

První obnovené reálné gymnázium i Gymnázium Jana Keplera zavedla integrovaný předmět v prvním ročníku osmiletého studia. Tato volba se zdá logickou a nejschůdnější variantou – žáci tím plynule navazují na integrovanou podobu výuky přírodních věd na prvním stupni základní školy. Ve vyšších ročnících obou gymnázií probíhá již výuka přírodovědných oborů diferencovaně. Zajímavostí je, že na Keplerově gymnáziu proběhl pokus zavést integrovaný předmět „Úvod do přírodních věd“ i v prvním ročníku čtyřletého studia, tento model se však neosvědčil a po roční pilotáži byl zrušen.

Celková hodinová dotace předmětu je vyšší na Keplerově gymnáziu (6 hodin týdně, PORG pouze 4). Tento fakt si vysvětlují tím, že na PORGu nemají ambice integrovat do předmětu poznatky ze zeměpisu. Obě gymnázia z týdenní hodinové dotace předmětu věnují dvě po sobě jdoucí hodiny laboratorním pracím. Důraz na experimentálně pojatou výuku je tak patrný u obou předmětů. Obě gymnázia využívají při výuce *team teachingu*, přičemž tato metoda je na PORGu dovedena až do podoby, kdy jednu vyučovací hodinu věnovanou jednomu komplexnímu tématu vedou dva

učitelé s různou aprobací. Přírodověda na Keplerově gymnáziu se omezuje na čtyřhodinový blok, ve kterém může být každá hodina vedena jiným učitelem s jinou aprobací.

Jak Přírodověda tak Integrovaná přírodověda vychází z integrace poznatků na základě společných mezioborových témat. Přírodověda nabízí i vzhledem k větší hodinové dotaci široké spektrum témat rozdělených podle živlů do celků Země, Voda, Vzduch a Oheň. Integrovaná přírodověda na PORGu nabízí celky Věda, Buňka, Elektřina. Tematický celek Hmota je společný pro oba předměty.

Srovnávat a hodnotit učební plány obou předmětů bez přímé dlouhotrvající osobní zkušenosti s nimi a bez výsledků evaluace výuky si netroufám. Nicméně považuji tematický celek Věda v učebním plánu Integrované přírodovědy z hlediska IPV za velmi významný. Poukazuje totiž nejenom na tematickou jednotu přírodních věd, ale diskutuje vědu také z pohledu společných výzkumných metod.

4.5 Shrnutí kapitoly

V kapitole 4 jsem se zabýval analýzou Rámcových vzdělávacích programů pro základní i gymnaziální vzdělávání a dostupných didaktických materiálů z pohledu problematiky integrace přírodovědných poznatků na českých školách. Dále jsou diskutovány metody využitelné při integraci učiva a zkušenosti dvou pražských gymnázií s integrovaným přírodovědným předmětem.

Rámcové vzdělávací programy jsou platné kurikulární dokumenty v systému vzdělávání na českých školách. V textu těchto dokumentů na řadě místech objevíme zmínky o integraci učiva, o nutnosti výuky v souvislostech, o mezioborových vztazích a průřezových tématech, dokumenty dokonce poskytují školám možnost tvorby integrovaných předmětů. Přesto RVP G i RVP ZV jsou v tomto směru až příliš obecné a nijak nekonkretizují rozsah, formu ani možnosti integrace.

Na českém knižním trhu je k dispozici jedna řada učebnic věnovaných integrované výuce. Jde o překlad německých učebnic k šesti integrovaným tématům od nakladatelství Fraus. V poslední době však vznikají i ryze české didaktické materiály pro podporu IPV.

Rešerše českých a slovenských literárních pramenů k integračním tendencím v přírodovědném vzdělávání ukázala, že tato problematika je řešena z mnoha úhlů a pohledů, včetně dopadu na výuku chemie. Nejčastěji je zpracováno určité

interdisciplinární téma do podoby projektového vyučování, dále se objevuje modulární přístup nebo využití experimentů při integraci přírodovědných poznatků. Přístup k integraci přírodovědných oborů z hlediska jejich společné historie však dosud diskutován nebyl. Rozhodl jsem se proto v této práci didakticky zpracovat téma historie přírodních věd a vytvořit podpůrné vzdělávací materiály.

Výuka chemie na gymnáziích může být realizována samostatným vyučovacím předmětem nebo v rámci předmětu integrovaného. Některá česká gymnázia zavedla v určitých ročnících (nejčastěji v primě osmiletého studia) výuku přírodních věd modelem jednoho integrovaného předmětu (kap. 4.4). Je však třeba říci, že se jedná spíše o výjimky, jak ukazuje následující kapitola zaměřená na výzkum realizovaný na českých gymnáziích ve školním roce 2009/2010.

5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ – INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDNÁ VÝUKA

V rámci disertační práce byly realizovány dva pedagogické výzkumy: jeden orientovaný na problematiku integrované přírodovědné výuky a druhý na otázku historie přírodních věd ve vzdělávání. Charakteristika a výsledky výzkumu orientovaného do oblasti integrované přírodovědné výuky jsou uvedeny v této kapitole. Problematikou historie přírodních věd ve vzdělávání se zabývám v kapitole 7.

Výzkum orientovaný na problematiku integrované přírodovědné výuky jsem realizoval metodou dotazníkového šetření. Tuto metodu jsem zvolil proto, že jsem chtěl získat data od velkého počtu osob a tato data následně kvantifikovat. Uvědomuji si však, že každá zvolená metoda (včetně této) s sebou přináší kromě nesporných výhod i řadu úskalí a problémů.

Mezi nejvýznamnější **výhody** použití dotazníkového šetření jako metody pedagogického výzkumu patří (Pelikán, 1998; Howitt, Cramer, 2000, Průcha, 1995):

- snadná administrace (dotazníkem lze současně a stejnou formou oslovit velký počet respondentů);
- získání velkého množství dat (faktů, stanovisek, názorů, postojů dotazovaných osob);
- časová nenáročnost realizace šetření;
- snadné vyhodnocení – možnost (až na výjimku otevřených otázek) výsledky kvantifikovat;
- počítačové zpracování.

Během vlastní přípravy a distribuce dotazníku jsem se snažil minimalizovat **nevýhody** vyplývající z použité explorativní metody (Hendl, 2004):

- subjektivita výpovědí respondentů a z toho vyplývající nízká validita výsledků;
- absence zpětné vazby mezi tazatelem a respondentem;
- nízká návratnost;
- nevyplnění všech otázek respondentem.

Minimalizovat dvě posledně uvedené nevýhody jsem se snažil nízkým počtem otázek, eliminací otázek s otevřenou odpovědí a jednoduchou formou distribuce pomocí webového formuláře.

5.1 Dotazník – Integrovaná výuka přírodních věd

Cílem šetření mezi gymnaziálními učiteli chemie bylo zjistit, jakým způsobem je problematika integrované výuky řešena v rámci vzdělávacího oboru Chemie na českých gymnáziích.

5.1.1 Typy otázek v dotazníku a jeho distribuce

Vytvořený dotazník (příloha A) obsahuje 10 otázek, z toho 6 uzavřených, 2 polouzavřené, 1 otevřenou a 1 škálovanou.

Uzavřené otázky nabízejí výběr z alternativních odpovědí, respondent odpověď pouze označí. Výhodou uzavřených otázek je jejich jednoduchá kvantifikace, kdy se jen spočítá, kolikrát respondenti volili tu kterou odpověď (jde o tzv. absolutní četnost). Relativní četnost je absolutní četnost vyjádřená v procentech vzhledem k celkovému počtu respondentů (Horák, Chráška, 1989). Nevýhodou tohoto typu otázek je, že nabízené alternativní varianty nemusí vždy pokrýt veškeré možné odpovědi, které by respondenti formulovali, pokud by měli možnost volné odpovědi.

Polouzavřené otázky stejně jako uzavřené nabízejí varianty odpovědí, ale respondenti mohou svou volbu vysvětlit nebo zvolit vlastní variantu.

Mezi uzavřené a polouzavřené otázky jsem zařadil také otázky s vícehodnotovou odpovědí (*Multiple Response Questions*), u kterých mohou respondenti zvolit více jak jednu odpověď (Řezanková, 2007).

Za škálovanou otázku se považuje taková otázka, u které varianty odpovědí tvoří odstupňované hodnocení jevu. Otevřené otázky umožňují vytvořit vlastní odpověď. Jsou obtížně kvantifikovatelné, ale respondenta nijak neomezují.

Otázky v dotazníku zjišťovaly dva typy informací:

1. reálný stav výuky předmětu chemie na českých gymnáziích po zavedení RVP G s důrazem na uskutečněné změny v oblasti integrované výuky přírodních věd;
2. názory učitelů chemie na různé možnosti integrované výuky přírodních věd.

Za respondenty dotazníku byli určeni učitelé s aprobací pro chemii na gymnáziích (státních, soukromých i církevních, čtyřletých i víceletých) v České republice. Převažujícím typem distribuce bylo oslovení učitelů pomocí e-mailu, který obsahoval průvodní dopis a rovněž odkaz na internetovou stránku, na které bylo možno

dotazník vyplnit on-line⁹. Minoritně byl dotazník rovněž distribuován osobní návštěvou gymnázií a elektronickou poštou jako příloha e-mailu ve formátu .doc.

V předvýzkumu realizovaném v diplomové práci (Šíba, 2009) bylo zjištěno, že návratnost dotazníků rozesílaných učitelům klasickou či elektronickou poštou je kolem 10%. Nízká návratnost dotazníků zadávaných v roce 2009 byla způsobena časovou náročností vyplňování a zpětného odeslání dotazníku. V rámci tohoto výzkumu jsem se rozhodl vytvořit webový formulář v prostředí spreadsheet.google.com, jehož vyplnění a zpětné odeslání je časově i technicky nenáročné. Návratnost dotazníku se zvýšila na úroveň 40%. Odpovědělo 148 učitelů z 371 oslovených.

5.1.2 Krajevě diferencovaná distribuce

Významná z hlediska statistiky není však pouze návratnost a celkový počet respondentů z cílové skupiny, ale také **složení respondentů**. Protože smyslem výzkumu bylo **rovnoměrné** získání dat ze všech krajů České republiky, snažil jsem se distribucí ovlivnit počet respondentů tak, abych z velkých krajů získal větší počet odpovědí než z krajů menších. Chtěl jsem tím eliminovat možnost, že by v celostátně pojatém výzkumu dominovali respondenti z určitých krajů. Výsledky by pak nešlo zobecnit na celou Českou republiku.

Nejprve jsem charakterizoval jednotlivé kraje základními statistickými údaji, které jsem získal ze statistických ročenek Ústavu pro informace ve vzdělávání (Cibulková, 2008, ÚIV, 2009), a vytvořil následující tabulku, která tyto údaje shrnuje:

Tab. 5.1. Základní údaje charakterizující jednotlivé kraje v České republice (údaje vztaheny pro školní rok 2008/2009)

Územní celek	Rozloha v km ²	Počet obyvatel	Počet gymnázií	Počet žáků na gymnáziích	Počet pedagogických zaměstnanců na všech SŠ
Česká republika	78866	10381130	377	146021	46156,2
Pardubický kraj	4519	511400	21	7061	2250,8
Kraj Vysočina	6925	513677	18	6914	2333,3
Jihomoravský kraj	7066	1140534	42	17957	5312,0
Olomoucký kraj	5140	641791	20	10011	3066,0
Zlínský kraj	3964	590780	17	8188	2826,1
Moravskoslezský kraj	5554	1249897	46	17399	5879,8
Praha	496	1212097	71	24962	5942,5
Středočeský kraj	11015	1201827	34	12972	4017,7
Jihočeský kraj	10056	633264	26	8991	3038,9
Plzeňský kraj	7561	561074	14	6581	2252,6
Karlovarský kraj	3314	307449	11	3654	1239,8
Ústecký kraj	5335	831180	23	9105	3578,8
Liberecký kraj	3163	433948	14	4844	1859,6
Královéhradecký kraj	4758	552212	20	7382	2558,3

Gymnázia jsou v uvedených statistikách definována jako školy s všeobecným vzděláváním.

Obecně lze říci, že z pohledu objektivit dotazníkového šetření je žádoucí získat z větších krajů, s větším počtem obyvatel a s větším počtem gymnázií více respondentů než z krajů velikostně, počtem škol i obyvatel menších. Tabulka 5.1 udává celkové (absolutní) počty gymnázií, studentů a pedagogických pracovníků v jednotlivých krajích. Pro rovnoměrnou distribuci dotazníku by však byly vhodnější počty relativní (tzn. vztahené na počet žáků). Zajímavým z tohoto pohledu se jeví statistický ukazatel uvedený v ročence Kraje, školy, čísla 2007 (Cibulková, 2008), který udává počet středních škol s obory gymnázií celkem na 100 osob v kraji ve věku 15-18 let. Tento ukazatel je vypočten jako celkový počet škol daného druhu / (velikost populace 15-18letých studentů SŠ, čtyřletých gymnázií a vyšších stupňů víceletých středních škol/100). Údaje pro výpočet převzal ÚIV od ČSÚ k 31.12. 2007.

Na základě tohoto ukazatele jsem sestavil tabulku 5.2, ve které je tento údaj uveden (zaokrouhlen na dvě desetinná místa), spolu s pořadím, kdy číslem 1 je označen kraj s největším počtem středních škol s obory gymnázií celkem na 100 osob ve věku 15-18 let.

Tab. 5.2. Počty SŠ s obory gymnázií v krajích České republiky

Územní celek	Počet SŠ s obory gymnázií celkem na 100 osob ve věku 15-18 let	Pořadí
Česká republika	0,07	-
Pardubický kraj	0,08	3
Kraj Vysočina	0,07	8
Jihomoravský kraj	0,08	4
Olomoucký kraj	0,06	9
Zlínský kraj	0,05	13
Moravskoslezský kraj	0,07	6
Praha	0,14	1
Středočeský kraj	0,06	10
Jihočeský kraj	0,08	2
Plzeňský kraj	0,05	14
Karlovarský kraj	0,07	7
Ústecký kraj	0,06	12
Liberecký kraj	0,06	11
Královéhradecký kraj	0,07	5

Z tohoto ukazatele jednoznačně vyplývá, že největší počet respondentů by měl být z Prahy, nejnižší z Plzeňského a Zlínského kraje.

Přesto i použití statistického ukazatele (Cibulková, 2008) uvedeného v tab. 5.2 pro mé dotazníkové šetření má jisté nedostatky. Dotazník je určen učitelům na gymnáziích, předchází ukazatel však bohužel zahrnuje všechny SŠ. Je tedy také užitečné sledovat, zda se neliší poměr počtu obyvatel kraje ku celkovému počtu obyvatel České republiky s poměrem počtu gymnázií v kraji na celkovém počtu gymnázií v České republice. V ideálním případě by tyto poměry měly spolu korespondovat. Jakékoliv výrazné změny mezi těmito dvěma hodnotami značí nevyrovnané zastoupení gymnázií ve struktuře krajského středního školství.

Protože takto specifické ukazatele neposkytuje ÚIV ani ČSÚ, byly využity údaje uvedené v tabulce 5.1 a vypočten poměr počtu obyvatel kraje ku celkovému počtu obyvatel České republiky a poměr počtu gymnázií v kraji na celkovém počtu gymnázií v České republice. Výsledky jsou uvedeny v procentech a zaokrouhleny na 2 desetinná místa.

Tab. 5.3. Poměrné zastoupení obyvatel a gymnázií v krajích České republiky

Územní celek	Poměrné zastoupení obyvatel %	Poměrné zastoupení gymnázií %	Rozdíl poměrů	Pořadí
Pardubický kraj	4,93	5,57	0,64	3
Kraj Vysočina	4,95	4,77	-0,18	8
Jihomoravský kraj	10,99	11,14	0,15	5
Olomoucký kraj	6,18	5,31	-0,87	10
Zlínský kraj	5,69	4,51	-1,18	11
Moravskoslezský kraj	12,04	12,20	0,16	4
Praha	11,68	18,83	7,15	1
Středočeský kraj	11,58	9,02	-2,56	14
Jihočeský kraj	6,10	6,90	0,80	2
Plzeňský kraj	5,40	3,71	-1,69	12
Karlovarský kraj	2,96	2,92	-0,04	7
Ústecký kraj	8,01	6,10	-1,91	13
Liberecký kraj	4,18	3,71	-0,47	9
Královéhradecký kraj	5,32	5,31	-0,01	6

Rozdíl obou procentuálních zastoupení jsem vypočetl tak, že jsem odečetl poměr obyvatel od poměru gymnázií a výsledek vyjádřil v procentech (zaokrouhloeno na dvě desetinná místa). Kladná hodnota tohoto čísla značí větší zastoupení gymnázií v kraji (vztažené na počet obyvatel) než odpovídá průměru, záporná hodnota tohoto čísla značí menší zastoupení gymnázií v kraji (vztažené na počet obyvatel) než odpovídá průměru. Pořadí důležitosti krajů pro toto dotazníkové šetření jsem stanovil tak, že číslem 1 jsem označil kraj s největším poměrem počtu gymnázií k počtu obyvatel. Zdůrazňuji, že všechny uvedené ukazatele a uvedená pořadí jsou kvantitativního charakteru a nic neříkají o kvalitě školského systému v daném kraji.

Pokud porovnáme pořadí krajů dle ukazatele počtu středních škol s obory gymnázií celkem na 100 osob ve věku 15 – 18 let s pořadím dle mnou vypočteného ukazatele rozdílu poměrného zastoupení obyvatel a gymnázií v kraji, zjistíme, že se tato pořadí významně nemění. Následující tabulka shrnuje pořadí krajů dle obou ukazatelů a pro potřeby tohoto dotazníkového šetření vypočítává průměrné pořadí. Průměrné pořadí je součtem pořadí dle počtu středních škol a pořadí dle rozdílu lomeno dvěma.

Tab. 5.4. Pořadí krajů

Územní celek	Pořadí v ČR dle počtu středních škol s obory gymnázií celkem na 100 osob ve věku 15 – 18 let	Pořadí v ČR dle rozdílu poměrného zastoupení obyvatel a gymnázií	Průměrné pořadí
Praha	1	1	1
Jihočeský kraj	2	2	2
Pardubický kraj	3	3	3
Jihomoravský kraj	4	5	4,5
Moravskoslezský kraj	6	4	5
Královéhradecký kraj	5	6	5,5
Karlovarský kraj	7	7	7
Kraj Vysočina	8	8	8
Olomoucký kraj	9	10	9,5
Liberecký kraj	11	9	10
Středočeský kraj	10	14	12
Zlínský kraj	13	11	12
Ústecký kraj	12	13	12,5
Plzeňský kraj	14	12	13

Aby distribuce dotazníků proběhla objektivně a šetření pokrylo rovnocenně celou Českou republiku, mělo by být zachováno průměrné pořadí krajů vyplývající z tabulky 5.4.

Počet respondentů z jednotlivých krajů je uveden v příloze B. Návratnost dotazníku odpovídala (až na výjimky) stanoveným ukazatelům (tab. 5.4). Výjimkou byly Královéhradecký a Karlovarský kraj, kde byla návratnost menší, než by odpovídalo pořadí uvedeném v tab. 5.4, v Ústeckém kraji tomu bylo naopak. Celkově však lze konstatovat, že z krajů velkých (myšleno relativně co do počtu gymnázií a žáků) jsem získal více vyplněných dotazníků než z krajů menších.

5.1.3 Předpoklady a cíle dotazníkového šetření

Cílem dotazníkového šetření realizovaného v období říjen 2009 – květen 2010 na českých gymnáziích bylo zjistit:

1. jaké změny nastaly nebo jsou plánovány ve výuce chemie v souvislosti s integrovanou přírodovědnou výukou a zavedením RVP G;

2. jaké vyučovací metody volí učitelé při výuce chemie na českých gymnáziích, pokud chtějí poukázat na mezioborové souvislosti;
3. jaké jsou názory středoškolských učitelů chemie na různé modely integrované výuky přírodovědných předmětů.

Ve vztahu k názorům učitelů na IPV jsem si stanovil následující předpoklady:

1. Vzhledem k historickému vývoji výuky přírodovědných předmětů v České republice, který je úzce spjat především se zeměmi bývalého Rakouska – Uherska, čeští učitelé nebudou reflektovat výuku přírodovědných předmětů modelem jediného integrovaného předmětu Přírodní vědy, jak je to typické pro anglosaské státy.
2. Učitelé bude preferována výuka v oddělených předmětech s důrazem na integrovaná témata a možnost využití projektového vyučování jako metody vhodné pro integrovanou přírodovědnou výuku.
3. Do předmětu Chemie budou v rámci ŠVP začleněny především výstupy ze vzdělávacích oborů Biologie a Fyzika.
4. Zavedení výuky přírodovědných předmětů modelem jediného integrovaného předmětu by pro většinu učitelů chemie znamenalo vážnou překážku v jejich pedagogické praxi.

5.1.4 Výsledky dotazníkového šetření

V této kapitole komentuji výsledky dotazníkového šetření. Dotazník je součástí přílohy A. U uzavřených otázek č. 1, 4, 5, 7, 8 a 10, které nabízely větší množství alternativ, jsou pro větší přehlednost uvedeny grafy.

První otázka dotazníkového šetření zjišťovala, **jakým způsobem** byl v ŠVP daného gymnázia **vytvořen předmět Chemie**. Nabízené alternativy vycházely z článku S. Janouškové (2006) uveřejněném na metodickém portálu MŠMT ČR rvp.cz, ve kterém je diskutováno pět různých možností tvorby předmětu Chemie – do různé míry uplatňujících princip integrace v rámci přírodovědných oborů:

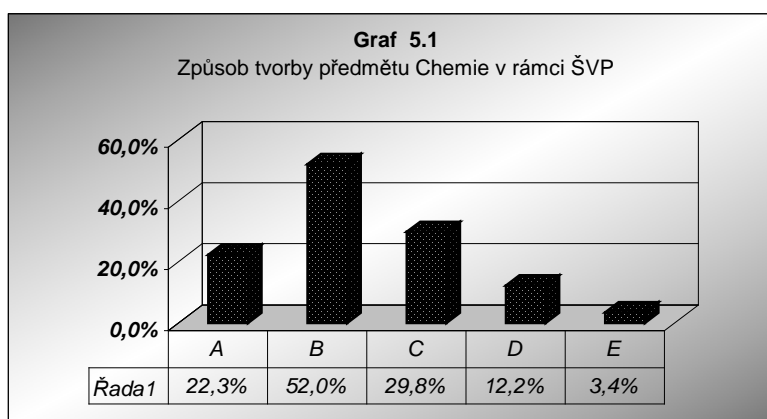
- A. Předmět Chemie byl vytvořen výhradně ze vzdělávacího oboru Chemie, nebylo integrováno učivo z jiných vzdělávacích oborů.
- B. Předmět Chemie byl vytvořen z očekávaných výstupů vzdělávacího oboru Chemie a byly začleněny očekávané výstupy z jiných vzdělávacích oborů.

C. Předmět Chemie byl vytvořen propojením očekávaných výstupů více vzdělávacích oborů. Část výstupů z oboru Chemie škola integrovala do jiných předmětů a část výstupů z jiných oborů byly včleněny do předmětu Chemie.

D. V některých ročnících byl vytvořen nový integrovaný předmět sloučením více úplných vzdělávacích oborů.

E. Vzdělávací obor Chemie byl v některých ročnících rozdělen na více samostatných vyučovacích předmětů (Anorganická chemie, Chemie životního prostředí aj.).

Procentuální výsledky šetření v této otázce shrnuje graf 5.1. Je zřejmé, že školy mohly v různých ročnících postupovat různě, proto také tato otázka umožňovala volbu více alternativních odpovědí (*Multiple Response Question*).



Zjistil jsem, že na většině gymnázií (alternativy B a C) došlo v rámci ŠVP k integraci očekávaných výstupů jiných vzdělávacích oborů do předmětu Chemie, popřípadě k integraci očekávaných výstupů vzdělávacího oboru Chemie do jiných předmětů. Zhruba pětina škol však k integraci učiva v předmětu Chemie vůbec nepřistoupila. Krajní alternativy integrace (respektive dezintegrace), tedy vytvoření jediného předmětu z přírodovědných oborů nebo naopak rozdělení oboru Chemie do více vyučovacích předmětů (možnosti D a E), byly voleny pouze marginálně.

Na první otázku dotazníku navazovala otázka č. 2, která zjišťovala **obory, jejichž výstupy byly integrovány do předmětu Chemie**. Nabízeny byly jednak přírodovědné obory (Biologie, Fyzika, Geografie a Geologie) a dále Matematika a Informatika. Pokud byly v ŠVP do předmětu Chemie včleněny očekávané výstupy z jiných (i humanitních) oborů, měl možnost respondent zvolit odpověď Jiné a vypsát

které. Respondenti volili často více oborů (více alternativ). Ti z nich, na jejichž škole v žádném ročníku nedošlo k integraci učiva, na otázku neodpovídali. Celkový počet respondentů této otázky byl tedy 138.

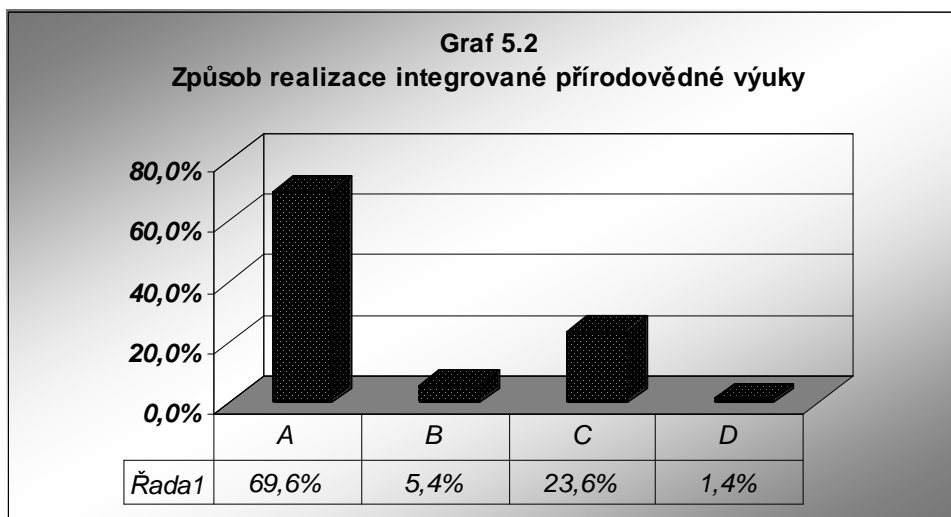
Ukázalo se, že nejčastěji začleňovaným učivem do předmětu Chemie byly výstupy z biologie (87,7% respondentů) a fyziky (72,5%). S odstupem, ne však příliš výrazným, se na třetím místě umístila geologie (54,3 %). Integraci matematických poznatků, kterou uvádí zhruba 40% respondentů, vidím především v oblasti výpočtů složení roztoků, látkového množství, pH, výpočtů z chemických rovnic nebo výpočtů v termochemii a termodynamice.

Výstupy z jiných než přírodovědných vzdělávacích oborů nebo matematiky a informatiky byly do předmětu Chemie včleněny jen minimálně (2,9%). Domnívám se, že příčinou může být stále ještě u mnohých učitelů přetrvávající ostré vnímání hranice mezi přírodovědnými a společenskovedními předměty. Přitom v oblasti historie přírodních věd a vývoje přírodovědného myšlení nacházíme přímé souvislosti s dějepisem i filozofií. Ačkoliv toto nebylo primárním cílem otázky, ukazuje se, že existuje prostor pro tvorbu nových vzdělávacích materiálů, které by se touto problematikou zabývaly, a jejich implementaci do výuky chemie.

V třetí otázce mě zajímalo, který předmět dvojice biologie – fyzika má podle mínění respondentů s chemií více společného. 73,6% respondentů zvolilo biologii, pouze 26,4% pak fyziku. Důležité ve vztahu k dotazníkovému šetření bylo sledovat aprobace respondentů. Šetření se zúčastnilo celkem 148 gymnaziálních učitelů chemie, z toho 67 mělo zároveň aprobaci pro biologii, 11 pro fyziku a ostatní (70) učili s chemií jiný předmět (často matematiku) nebo učili pouze chemii. Učitelé s aprobací chemie – biologie volili častěji biologii a učitelé chemie – fyzika pak fyziku. Výsledky této otázky tedy nevypovídají nic o reálné propojenosti chemie s biologií či fyzikou, jsou spíše podnětné z psychologických důvodů. Jde o příklad, jakým subjektivním způsobem ovlivňuje aprobace učitelů jejich objektivní posuzování.

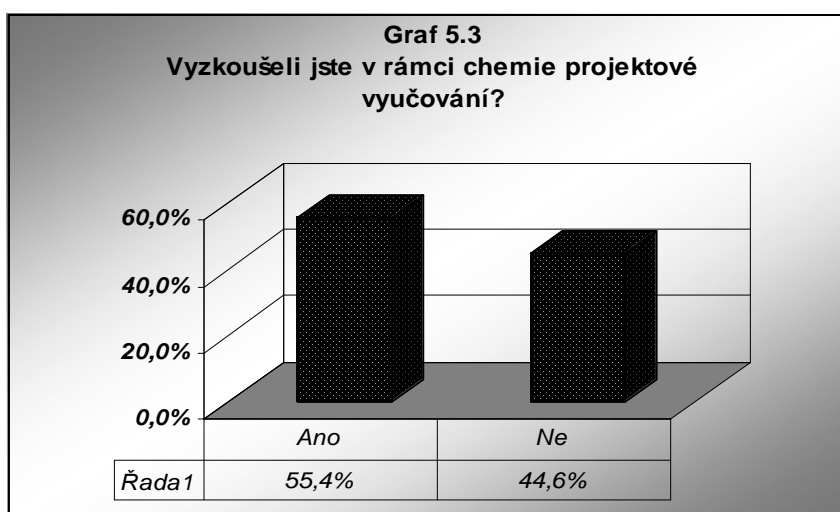
Otázka číslo 4 zjišťovala, jaký způsob je podle respondentů nejvhodnější při realizaci mezioborových vztahů ve výuce přírodovědných předmětů. Učitelé mohli volit pouze jednu alternativu. Za nejvhodnější způsob realizace integrované přírodovědné výuky považují učitelé chemie začlenění integrovaných témat přímo do obsahu výuky (A). To znamená, že například v chemii jsou probírány některé biologické aspekty

vybraných témat nebo ve fyzice je zohledněno i chemické hledisko. Projektové vyučování (C) volila čtvrtina respondentů. Vytvoření samostatného interdisciplinárního volitelného semináře (B) bylo voleno pouze minimálně. Výsledky shrnuje graf 5.2. Pokud si respondent nevybral z těchto 3 alternativ, měl možnost napsat své vlastní pojetí (D).



Další tři otázky dotazníku zjišťovaly, zda učitelé chemie vůbec projektové vyučování ve výuce využívají. A pokud ano, s jakými výsledky a v jakých tématech nejčastěji.

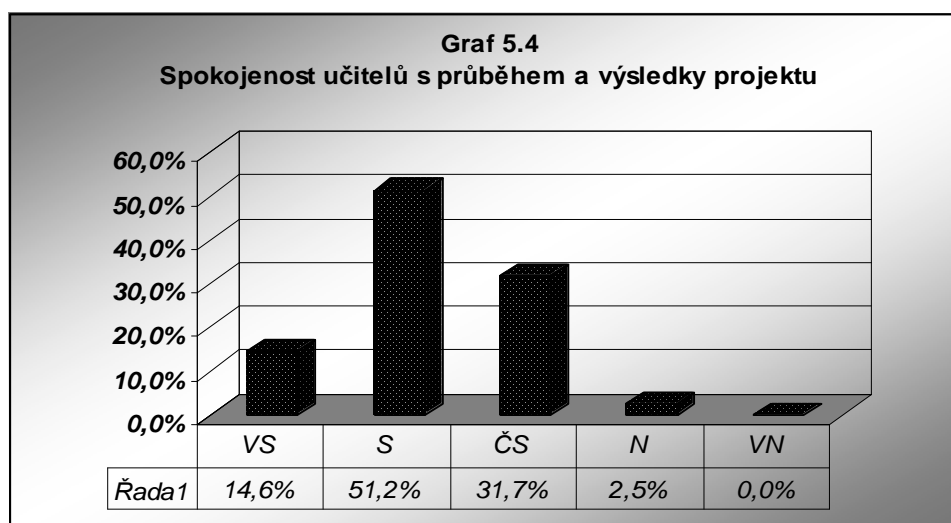
Na pátou otázku, zda učitelé vyzkoušeli v rámci výuky chemie projektové vyučování, 82 z nich odpovědělo kladně, 66 záporně. Procentuální vyjádření viz. graf 5.3.



Na další dvě otázky (č. 6 a 7) týkající se projektového vyučování odpovídali pouze respondenti, kteří měli zkušenosti s projekty (tedy 82 respondentů).

Jedinou otevřenou otázkou v dotazníku byla otázka č. 6, která zjišťovala témata projektů. Není překvapující, že nejčastěji se objevujícími tématy zpracovanými do podoby projektového vyučování byla Voda a Vzduch. Dále respondenti zmiňovali tato témata: pohonné hmoty, barviva, výroba energie, chutě a vůně, ohňostroje, krasové jevy, plasty a řada dalších. Potvrzuje se, že zvolená témata mají často mezioborový charakter. Rovněž se ukázala jistá krajová preference určitých témat. Například moravskoslezští učitelé mnohem častěji než jiní uváděli těžbu rud a její zpracování, které jsou právě pro Moravskoslezský kraj typické.

Spokojenost či nespokojenost s průběhem a výsledky realizovaného projektu (či projektů) mohli učitelé vyjádřit v rámci sedmé otázky, a to na škále velmi spokojen (VS), spokojen (S), částečně spokojen (ČS), nespokojen (N), velmi nespokojen (VN). Výsledky shrnuje graf 5.4.



Nadpoloviční počet respondentů, kteří měli zkušenosti s projektovým vyučováním, s ním bylo spokojeno. Přesto se šetřením ukázalo, že zhruba 45% gymnaziálních učitelů chemie projektové vyučování vůbec nevyzkoušeli (graf 5.3) a pouze 24% ho zmiňuje jako nejvhodnější způsob realizace integrované přírodovědné výuky (graf. 5.2).

V dotazníkovém šetření jsem také zjišťoval (otázka č. 8), zda si respondenti myslí, že by jednoletý volitelný seminář obsahově zaměřený na interdisciplinární

přírodovědná témata mohl být pro jejich studenty atraktivní. Otázka patřila mezi Multiple Response Questions a nabízela tyto alternativy:

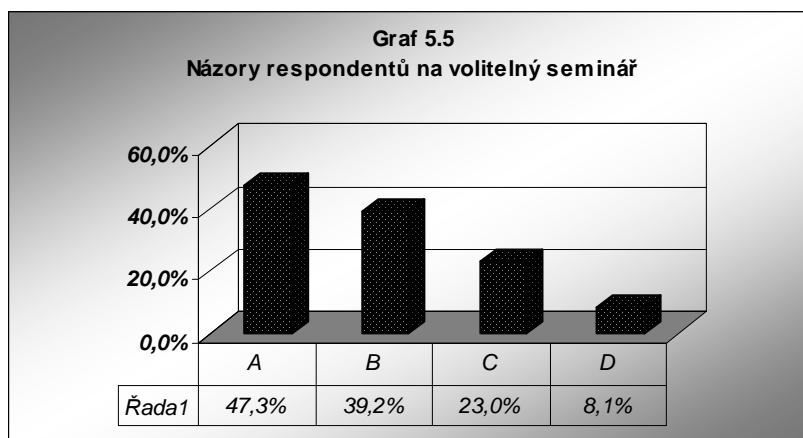
A. Myslím si, že o takový seminář by někteří žáci zájem měli. Nejsem si ale jistý/á jejich počtem. Ti, kteří chtějí z přírodovědných předmětů maturovat nebo z nich skládat přijímací zkoušky na VŠ, by se pravděpodobně hlásili na oddělené semináře z chemie, biologie či fyziky.

B. Žáci by podle mého názoru raději volili oddělené semináře z chemie, fyziky či biologie. Žák, kterého baví chemie, nemusí mít nutně rád fyziku, a tak by se mohl integrovaných témat zaleknout.

C. O seminář by podle mého názoru měli zájem především žáci, kteří nejsou úzce profilovaní na některý z odborných předmětů. Pro ně by mohl být zajímavou alternativou k ostatním volitelným předmětům.

D. Myslím si, že o seminář by mohl být zájem velký, vzhledem k tomu, že by se mohl stát díky interdisciplinárnímu pojetí atraktivní i pro spíše humanitně zaměřené studenty.

Procentuální výsledky shrnuje graf 5.5.



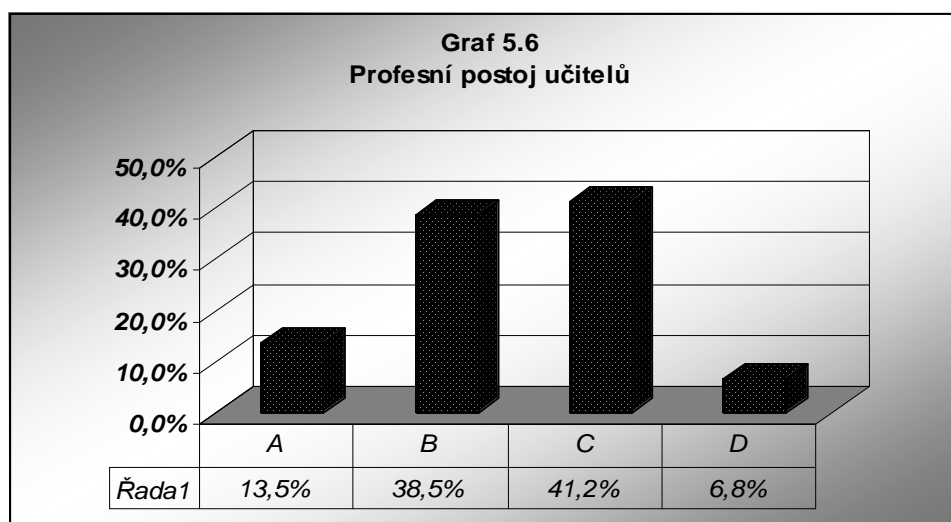
Jak ukazují výsledky, učitelé se obávají, že ti studenti, kteří chtějí z některých přírodovědných předmětů přímo maturovat nebo skládat přijímací zkoušky na VŠ, by o seminář zájem neměli. Stejně tak ti, kteří si oblíbili pouze některý přírodovědný obor.

Poslední dvě otázky dotazníku (číslo 9 a 10) zjišťovaly názory a postoj učitelů na možnost, že by se v budoucnosti mohly přírodovědné předměty (biologie, chemie, fyzika) vyučovat společně v rámci jednoho integrovaného předmětu. Nejvíce respondentů (48%) si myslí (otázka č. 9), že taková změna je možná pouze na základních školách či v nižších ročnících víceletých gymnázií. Na čtyřletých

gymnáziích (popřípadě ve vyšších ročnících víceletých gymnázií) by měly být i nadále vyučovány přírodovědné předměty samostatně. 41,2% učitelů nepovažuje takovou změnu za reálnou v žádné úrovni vzdělávání. Pouze 10,8% respondentů takovou myšlenku podporuje bez výhrad.

Desátá otázka zjišťovala, jak by se učitelé profesně zachovali v případě, že by z nějakého důvodu (např. z rozhodnutí ředitele školy) byla na jejich škole zavedena výuka přírodovědných předmětů modelem integrovaného předmětu.

52% z nich odpovědělo, že by s takovou změnou osobní problém neměli (alternativy A+B), někteří však pouze s podmínkou finanční kompenzace za úsilí spojené s tvorbou osnov nového předmětu (alternativa B). 41,2 % respondentů by se s tím jen těžko smiřovalo (C) a necelých 7 % by dokonce uvažovalo o odchodu ze školy (D). Viz. graf 5.6.



Srovnáme-li odpovědi respondentů na tyto poslední dvě otázky, můžeme najít určité korelace. Počet respondentů, kteří bez výhrad podporují myšlenku integrovaného předmětu (necelých 11 %), je prakticky shodný s počtem respondentů, kteří by bez podmínek takový předmět vyučovali (13,5%). Shodné jsou také počty respondentů, kteří možnost jednoho integrovaného předmětu nepovažují vůbec za reálnou a kteří by se s výukou takového předmětu jen těžko smiřovali.

5.1.5 Srovnání předpokladů se zjištěnými výsledky

Předpoklad, že naprosté většině učitelů chemie by výuka integrovaného přírodovědného předmětu vadila, kdyby k ní na jejich gymnáziu došlo, se nepotvrdil. Ukázalo se, že v tomto směru jsou gymnaziální učitelé chemie názorově rozděleni.

Polovina učitelů by byla ochotna integrovat předmět učit, druhá ne. Necelých 7% učitelů uvádí, že by zavedení takového předmětu do výuky pro ně znamenalo vážnou překážku v pokračování v pedagogické praxi. Předpoklady 1 a 4 se tedy nepotvrdily.

Z výsledků šetření dále vyplývá, že většina gymnaziálních učitelů chemie však spíše preferuje přímou integraci mezioborových témat do výuky chemie nebo využití projektového vyučování, což potvrzuje počáteční předpoklad 2.

Do výuky chemie na gymnáziích jsou integrovány prakticky všechny ostatní přírodovědné obory, stejně tak matematika a částečně také informatika. Nejvíce (podle předpokladu 3) byly integrovány výstupy z biologie a fyziky.

Kromě těchto výsledků vztaženým k předpokladům dále z výzkumu vyplynulo, že výstupy z jiných (především humanitních) předmětů učitelé neintegrovali. Na dalších stránkách práce bych rád ukázal, že právě historické pojetí přírodních věd může být nejenom jedním z mezioborových témat, ale že jde o přístup, který poukazuje na základní jednotu přírodovědného myšlení.

5.2 Shrnutí kapitoly

V kapitole 5 byly diskutovány souhrnné výsledky dotazníkového šetření, jehož cílem bylo zjistit stav výuky chemie na gymnáziích a názory učitelů chemie ve vztahu k integraci přírodovědného učiva.

Dotazníkové šetření bylo provedeno na vzorku 148 gymnaziálních učitelů chemie. Výsledky šetření z celé republiky jsou uvedeny v kapitole 5, výsledky po jednotlivých krajích jsou uvedeny v příloze B.

Výsledky byly prezentovány a publikovány na mezinárodní konferenci didaktiků chemie „Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie“ (Šíba, Klímová, 2010). Výzkumy mezi učiteli přírodovědných předmětů k možnosti integrace výuky byly realizovány v České republice také v roce 2006 a 2010. Konkrétně šlo o dotazníkové šetření Škody a Doulíka (2007) v Ústeckém, Libereckém a Moravskoslezském kraji s celkem 70 učiteli a výzkum Hejnové (2011) v Ústeckém kraji s 26 respondenty. Dotazníkové šetření této disertační práce se zaměřilo na integraci v chemickém vzdělávání na gymnáziích, proběhlo s větším počtem respondentů a bylo realizováno ve všech krajích.

6 HISTORIE PŘÍRODNÍCH VĚD VE VZDĚLÁVÁNÍ

V této kapitole práce uvedu důvody pro implementaci tématu historie přírodních věd do výuky přírodovědných předmětů, včetně jeho integrujícího charakteru, a představím projekt *History and Philosophy in Science Teaching (HIPST)*, který ukáže, že problematika historie přírodních věd ve vzdělávání je řešena na celoevropské úrovni. Projekt HIPST jsem si vybral pro jeho komplexnost, podílejí se na něm totiž vědecké instituce z mnoha evropských států.

6.1 Základní východiska

Téma historie přírodních věd, jak vyplývá z Rámcových vzdělávacích programů, není jako celek povinnou součástí výuky přírodovědných předmětů na českých školách. S historií přírodních věd se žáci seznamují v hodinách dějepisu, základů společenských věd i v hodinách přírodovědných předmětů. Jde však často pouze o prezentování dílčích poznatků z vývoje přírodních věd (např. seznámení s některým významným vědcem nebo objevem), nikoliv o celkový pohled na něj. Tato roztržitost nedovoluje využít potenciálu tématu jako významného motivačního prvku ve studiu přírodovědných předmětů zvláště pro humanitně zaměřené žáky. Rovněž značně komplikuje využití historie jako jednotícího prvku přírodovědného myšlení, jako nástroje integrované přírodovědné výuky. Přitom právě historický pohled na vývoj přírodních věd má i řadu dalších výhod, pro které je správné jej zařadit do výuky přírodovědných předmětů na středních i základních školách.

6.1.1 Důvody pro implementaci historie do výuky přírodovědných předmětů

Důvody pro implementaci souvisí jednak s výrazným integrujícím a motivačním charakterem tématu, rovněž také s rozvojem klíčových kompetencí v oblasti řešení problémů, v oblasti sociální, personální a občanské, jak jsou definovány v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia. Z analýzy odborné literatury vyplývá, že výuka přírodních věd obohacená o historické souvislosti, má především přínos v těchto bodech:

- Pohled do minulosti přírodních věd umožňuje žákům pochopit, jak se vyvíjely představy o přírodě, jak vznikaly a byly vyvraceny jednotlivé vědecké teorie, jaké objevy se ukázaly jako zásadní pro dnešní chápání světa (Zilker, 2010, Keiny, 2005).

- Historie nám pomáhá porozumět chybám, které vedly k mylným vědeckým závěrům. V anglické literatuře (Allchin, 2000) se hovoří o „učení se prostřednictvím chybných myšlenek z historie“ (the virtue of teaching „wrong“ ideas from history). Pochopení omylů, kterých se dopustili vědci v minulosti, umožňuje žákům správněji interpretovat současné poznatky. Zároveň (paradoxně) poukazuje na jejich relativnost. Pro samotné učitele je znalost historických omylů dobrou přípravou pro pochopení řady miskoncepcí, s kterými žáci přicházejí do školy a do výuky přírodovědných předmětů.

- Implementace historie přírodních věd je nástrojem integrované přírodovědné výuky. Umožňuje překonat izolovanost jednotlivých přírodovědných předmětů a zasadit je do širšího sociálního kontextu. Přírodní vědy se vyvíjely ze společného kulturního základu, vycházely z filozofie a k ní se také vracely. Vědce po mnoho staletí bylo jen velmi obtížné označit pouze za biologa nebo geologa nebo matematika. Naprosto běžná (až do období renesance) byla multidisciplinarita cílů bádání. S nárůstem poznatků rostla potřeba se specializovat, nešlo již obsáhnout veškeré lidské poznání v rámci jedné „vědy“. Diferenciace vědy se tak stala nutností pro její další rozvoj. Téma historie přírodních věd poukazuje na základní jednotu přírodovědného myšlení a na jeho společná východiska. Umožňuje žákům pochopit širší souvislosti a vzájemnou provázanost vědeckých objevů, a to i mezioborově.

- Implementace historie přírodních věd přináší také motivaci pro studium přírodovědných oborů pro spíše humanitně zaměřené žáky. Provázanost přírodních věd s historickými událostmi, s filozofií, s náboženstvím a uměním je při studiu dějin přírodních věd více než zřejmá. Přesto tento pohled na přírodní vědy je ve výuce opomíjen. Historie přírodních věd rovněž přináší do výuky přírodovědných předmětů příběhy, legendy, pohádky, tedy prvky, které si v exaktních vědách jen těžko hledají své místo, které ale do didaktiky přírodovědných předmětů bezpochyby patří. Douglas Allchin (1992) v souvislosti s výukou dějin přírodních věd hovoří dokonce o ukázání lidské stránky vědy (*showing the „human“ dimension to science*).

- Přírodní vědy jsou v historickém pojetí prezentovány jako proces závisející na širším kulturním kontextu (Höttecke, 2010). Vývoj přírodních věd je (a byl vždy) do jisté míry ovlivněn sociálními, ekonomickými, právními, geografickými i náboženskými podmínkami v daném státě. Vědecké poznání tak úzce souvisí s vyspělostí společnosti a s celkovou sociální atmosférou v ní. Diskutovat se studenty o tom, proč se v některých státech či v historických obdobích v dávné minulosti přírodní

vědy rozvíjely více a v jiných méně, zároveň znamená posilovat jejich vztah k obecným morálním a humanistickým hodnotám, k vzdělanosti a k názorové pluralitě.

6.2 Projekt HIPST

V zahraničí je problematika historie přírodních věd ve vzdělávání a ve výuce přírodovědných předmětů na základních či středních školách řešena již řadu let. Existují specializované vědecké skupiny (např. IHPST – *the International History, Philosophy and Science Teaching Group*), konference i projekty, které diskutují význam historie a filosofie pro výuku přírodních věd. Je dokonce řešena i otázka integrace jiných humanitních disciplín do výuky přírodovědných oborů (včetně chemie) – např. literatury nebo hudby (Saar, 2011). V evropském měřítku se historií a filozofií přírodních věd ve výuce přírodovědných předmětů na SŠ a ZŠ zabývá projekt HIPST – *History and Philosophy in Science Teaching*.

6.2.1 Představení projektu

HIPST (2011) je projekt 11 partnerských institucí (viz tabulka 6.1) ze 7 zemí Evropské unie a Izraele zaměřený na národní i mezinárodní spolupráci v integraci historie a filozofie přírodních věd do kurikulárních dokumentů.

Tab. 6. 1 Instituce zapojené do HIPST

Instituce	Země
University of Reading	Velká Británie
University of Lisbon	Portugalsko
University of Bremen	Německo
Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Berlin	Německo
Oldenburg University	Německo
Nicolaus Copernicus University, Torun	Polsko
Instituto Tecnico Toscano and Fondazione Scienza e Tecnica, Florence	Itálie
University of Technology and Economics, Budapest	Maďarsko
Aristotle University, Thessaloniki	Řecko
University of Patras	Řecko
Science Teaching Center, Hebrej University, Jerusalem	Izrael

V obecné rovině HIPST usiluje o využití historie a filozofie přírodních věd pro zvýšení zájmu o přírodní vědy u mladých lidí, pro stimulaci jejich kritického a kreativního způsobu myšlení a pro inovaci přírodovědného vzdělávání (Galili, 2010). V rámci projektu HIPST se vytvoří síť spolupracujících vědců a vědeckých institucí na evropské úrovni, které budou podporovat implementaci historie a filozofie přírodních věd do přírodovědného vzdělávání. Projekt je řešen národními pracovními skupinami složenými z učitelů, vědců, pracovníků muzeí, autorů učebnic a didaktiků.

6.2.2 Cíle projektu

Cíle projektu jsou rozděleny do tří skupin:

1. vzdělávací cíle

- prostřednictvím historických příkladů prezentovat mladým lidem vědu jako úsilí člověka probíhající ve specifickém kulturním prostředí.

2. cíle v oblasti vývoje a inovace přírodovědného kurikula

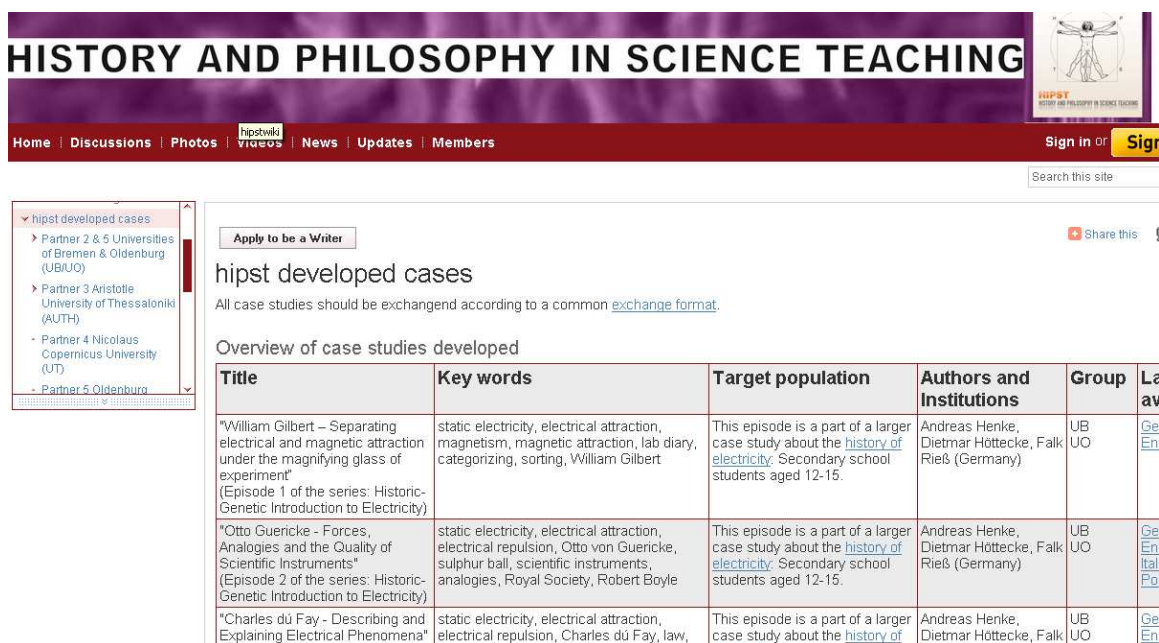
- tvorba nových didaktických materiálů, navržení metod výuky vhodných pro implementaci historie a filozofie přírodních věd s důrazem na praktické ukázky vědeckého výzkumu ve výuce. Metody jsou založeny na případových studiích a rekonstrukcích experimentů z historie přírodních věd a mají žákům umožnit vcítit se do role skutečných vědců. Řešitelé projektu počítají při rekonstrukcích experimentů s využitím historických aparatur nebo replik historického vědeckého vybavení. Autoři projektu předpokládají, že v každé ze zapojených zemí vznikne alespoň 5 případových studií úspěšného využití historie a filozofie přírodních věd v přírodovědném vzdělávání, včetně metodiky, jak vytvořené materiály začlenit do výuky.

3. cíle v oblasti komunikace a propagace

- vytvoření diskusní platformy učitelů, vědců a didaktiků pro sdílení materiálů i zkušeností s historií a filozofií přírodních věd v přírodovědném vzdělávání. Projekt HIPST je řešen řadou institucí z různých zemí, proto je důležitá vzájemná komunikace a koordinace mezi nimi. Vzniklo tak webové rozhraní HIPSTWIKI, které má sloužit k výměně a sdílení materiálů a zkušeností s implementací historie a filozofie přírodních věd do výuky.

6.2.3 HipstWiki

HIPSTWIKI jsou webové stránky (viz. obr. 6.1), na kterých nalezne uživatel veškeré informace o výstupech projektu: rekonstrukce historických experimentů, textové učební materiály a pracovní listy, praktické zkušenosti z výuky, metodické pokyny, didaktické testy apod.



Apply to be a Writer

hipst developed cases

All case studies should be exchanged according to a common [exchange format](#).

Overview of case studies developed

Title	Key words	Target population	Authors and Institutions	Group	La
"William Gilbert – Separating electrical and magnetic attraction under the magnifying glass of experiment" (Episode 1 of the series: Historic-Genetic Introduction to Electricity)	static electricity, electrical attraction, magnetism, magnetic attraction, lab diary, categorizing, sorting, William Gilbert	This episode is a part of a larger case study about the history of electricity . Secondary school students aged 12-15.	Andreas Henke, Dietmar Höttecke, Falk Rieß (Germany)	UB UO	Ge En
"Otto Guericke - Forces, Analogies and the Quality of Scientific Instruments" (Episode 2 of the series: Historic-Genetic Introduction to Electricity)	static electricity, electrical attraction, electrical repulsion, Otto von Guericke, sulphur ball, scientific instruments, analogies, Royal Society, Robert Boyle	This episode is a part of a larger case study about the history of electricity . Secondary school students aged 12-15.	Andreas Henke, Dietmar Höttecke, Falk Rieß (Germany)	UB UO	Ge En Itali Pol
"Charles du Fay - Describing and Explaining Electrical Phenomena"	static electricity, electrical attraction, electrical repulsion, Charles du Fay, law,	This episode is a part of a larger case study about the history of	Andreas Henke, Dietmar Höttecke, Falk	UB UO	Ge En

Obr. 6.1 HIPSTWIKI – materiály pro výuku (HIPST, 2011)

HIPSTWIKI umožňuje uživateli si nejenom prohlížet a stahovat vytvořené materiály, ale uživatel má možnost se zaregistrovat jako autor a přispět svými vlastními didaktickými materiály a zkušenostmi s využitím historie a filozofie přírodních věd ve výuce.

Většina materiálů je v několika jazykových verzích – obvykle v jazyce autora a v angličtině. Mezi materiály jsou i videa historických experimentů i hraná videa rekonstrukcí historických událostí spjatých s přírodními vědami.

Autoři projektu si vedou přesnou statistiku návštěv portálu HIPSTWIKI. Mimo jiné z ní vyplývá, že nejvíce jsou stránky využívány uživateli z Německa (1220 návštěv v období od 7. října 2009 do 2. října 2010), Řecka (274 návštěv), Portugalska (205 návštěv) a Itálie (148 návštěv). To odpovídá výraznému podílu vědeckých institucí z těchto zemí na projektu HIPST (viz. tab. 6.1) a všeobecným zájmem o historii přírodních věd, která je v těchto státech obzvlášť bohatá. Přesná statistika návštěv z České republiky není uvedena, ale z mapy přístupů uveřejněné na webu projektu (HIPST, 2011) vyplývá, že je zanedbatelná.

6.3 Shrnutí kapitoly

V kapitole 6 jsem uvedl důvody pro implementaci tématu historie přírodních věd do výuky přírodovědných předmětů. Jedním z podstatných důvodů je i integrace poznatků přírodovědných oborů prostřednictvím jejich historie. Na význam tématu HPV rovněž poukazuje skutečnost, že řada evropských výzkumných institucí se zabývá možnostmi zařazení historie přírodních věd do výuky. V kapitole jsem představil projekt HIPST jako příklad spolupráce univerzit při řešení tohoto problému na evropské úrovni.

7 STUDIJNÍ TEXTY A TEST K TÉMATU HISTORIE PŘÍRODNÍCH VĚD

Do projektu HIPST charakterizovaného v předcházející kapitole nebyla zapojena žádná vědecká instituce z České republiky. Protože pokládám historii přírodních věd ve výuce na českých školách za velmi důležitou, a to i v souvislosti s integrovanou přírodovědnou výukou, rozhodl jsem se jí podrobněji zabývat.

Problematická pro implementaci tématu historie přírodních věd do výuky přírodovědných předmětů na českých školách je skutečnost, že na trhu s učebnicemi chybí materiály, které by téma komplexně a didakticky zpracovaly. Učebnice jednotlivých přírodovědných předmětů se tématem HPV zabývají spíše okrajově a to vždy pouze v hranicích svého oboru.

Z výše uvedených důvodů jsem se rozhodl v rámci této disertační práce didakticky zpracovat čtyři nejstarší etapy vývoje přírodních věd do podoby studijních textů přímo využitelných ve výuce přírodovědných předmětů na středních, potažmo i základních školách. Texty se zabývají vývojem přírodních věd jako takovým, to znamená, že nejsou zaměřeny pouze na historii chemie nebo biologie nebo jiného přírodovědného oboru. Texty byly ověřeny ve výuce na gymnáziích a na základě toho upraveny. Kromě textů byl vytvořen rovněž test v programu Adobe Flash nazvaný Kvíz z historie přírodních věd, který ověřuje některé očekávané výstupy studijních textů.

Vytvořené didaktické materiály jsou uvedeny v příloze D (CD – Historie přírodních věd ve vzdělávání). Manuál práce s diskem je uveden v kapitole 7.5.

7.1 Studijní texty

7.1.1 Zpracované etapy přírodovědného vývoje

V rámci této disertační práce byly připraveny a ve výuce ověřeny studijní texty k těmto čtyřem významným etapám vývoje přírodních věd:

1. stará Čína;
2. antické Řecko;
3. středověk;
4. období renesance a humanismu.

Proč byla zvolena právě tato nejstarší období vývoje přírodních věd? Vzhledem k tomu, že chápu historii jako prostředek integrované přírodovědné výuky, zaměřil jsem se právě na ta historická období, ve kterých přírodní vědy nebyly zdaleka tak

diferencovány, jako jsou dnes. Ve kterých teprve jednotlivé vědní obory vznikaly a vymezovaly se z filozoficky pojaté přírodovědy.

7.1.2 Struktura studijních textů a očekávané výstupy

Texty jsou koncipovány jako pracovní listy. Obsahují výkladovou část, jejíž součástí jsou úkoly vztahující se k jednotlivým etapám vývoje přírodních věd. Výkladová část žáky informuje o vývoji přírodovědného poznání v daném historickém období a seznamuje je s nejdůležitějšími osobnostmi a vynálezy, které ovlivnily přírodní vědy.

Úvodem textu je vždy žákům připomenuto předcházející historické období a naznačeno další. Například úvod k renesanci obsahuje: *„Minule jsme se společně setkali ve středověku, v období, ve kterém by chtělo žít jen velmi málo z nás. Dnes se setkáváme za časů pro vědu mnohem příznivějších, i když, jak sami uvidíte, ani zdaleka ne optimálních. Nové a neotřelé myšlenky, nápady a inovace totiž v každé době musejí bojovat o své místo na výsluní s již zavedenými koncepty. Bylo tomu tak v minulosti a je tomu tak i dnes...“*.

Po tomto přechodu z jedné historické éry do druhé následuje obecná charakteristika daného historického období, samozřejmě především z pohledu vývoje přírodních věd. Nejsou ale opomenuty ani důležité sociální či politické aspekty. U antického Řecka například uvádím: *„Archaické období řeckých dějin je charakterizováno obrovským kulturním a hospodářským vzestupem a určitou mírou rozvolněnosti, a to jak rozvolněnosti myšlenkové, tak organizační. Určitě si z hodin dějepisu vzpomenete na pojem polis, tedy jednotlivé a samostatné městské státy, často demokraticky řízené. Jedním z důvodů, proč právě Řekové byli na vysoké úrovni vzdělanosti, byl také fakt, že na rozdíl od Egypťanů nebo Číňanů používali abecední písmo (alfabetu), která se dala snadno naučit...“*. Cílem je posílit u žáků vědomí vzájemné provázanosti vědeckého vývoje s celkovým klimatem společnosti.

Očekávané výstupy, které by žáci měli mít po prostudování textů, jsem shrnul do těchto bodů: „Žák...

- charakterizuje vývoj přírodních věd v staré Číně, antickém Řecku, v Evropě ve středověku a renesanci.
- vyjmenuje nejdůležitější osobnosti, které v těchto obdobích přispěly k rozvoji přírodních věd.

- vysvětlí společný původ přírodních věd.
- charakterizuje přírodní vědy na základě jejich společných znaků.
- vyhledá informace k zadaným úkolům, napíše názor na problematické aspekty přírodovědného poznávání.“

7.1.3 Typy úkolů

Výkladovou částí pracovních listů prolíná řada úkolů, jejichž splnění poskytuje doplňující informace k danému tématu.

Úkoly obsažené v textu jsou většinou koncipovány jako otázky s otevřenou odpovědí, mají však různý obsahový charakter. Úkoly jsou rozděleny do několika skupin. První skupinu tvoří úkoly rozšiřující již uvedené informace o nové, které žáci mohou zjistit z encyklopedií, učebnic či internetových stránek. Otázky se vztahují nejen k historii přírodních věd, ale snaží se žáky vést k využití poznatků z přírodovědných předmětů pro vysvětlení historických jevů. Například v souvislosti s tzv. „řeckým ohněm“ je zařazena tato doplňující otázka: *„O tom, že směs ropy, síry a ledku je hořlavá až výbušná, není nutno nikoho přesvědčovat. Problematictější bude vysvětlit, jak mohlo dojít k samovznícení této směsi ve styku s vodou. Určitě vás napadne, že se tak mohlo stát vlivem čtvrté složky této směsi, tedy nehašeného vápna. Napište, co za chemickou sloučeninu se skrývá pod označením nehašené vápno, odvoďte rovnici reakce této látky s vodou a zamyslete se, o jaký typ reakce jde z pohledu termochemie, dochází-li k zapálení směsi ropa, síra, ledek.“*

Protože texty mají integrující charakter, nejsou úkoly zaměřeny pouze na chemii, ale zařazeny jsou i otázky biologické, zeměpisné, fyzikální a matematické. Jednotícím prvkem otázek je však právě historie přírodních věd.

Využití poznatků ze všech přírodovědných předmětů se tak v úkolech jeví jako přirozený a nenásilný důsledek toho, že i samotní vědci ve zmiňovaných historických epochách mysleli mezioborově. Historie se tak stává nástrojem integrace a integrace je důsledkem společných historických kořenů přírodních věd. Historii přírodních věd tak nelze chápat pouze jako jedno z mnoha mezioborových témat (jako např. Voda, Energie, Vzduch), ale můžeme ji definovat jako jeden z možných samostatných přístupů k integrované přírodovědné výuce.

Dalším z klíčových typů úkolů, které se v textech objevují, jsou otázky zjišťující vlastní (osobní) názory žáků na sociální aspekty přírodovědného bádání (např. vztah

k náboženství, k etickým a morálním hodnotám). Žáci na ně odpovídají formou krátké psané úvahy. Pro mnohé žáky je psaná forma schůdnější možností, jak vyjádřit svůj ryze osobní postoj, než prezentace názorů formou vystoupení před třídou. Pro představu uvádím příklady úkolů:

- *Uved'te, ve kterých tématech a oblastech dochází nebo docházelo podle Vás mezi přírodními vědami a křesťanstvím k největším konfliktům. Pokuste se přijít alespoň na dvě problematické záležitosti.*
- *Dokážete poradit přírodovědcům a křesťanům, v čem by mohli najít společnou řeč? Ukážete pánům Dawkinsovi a Morrisovi, že lepší než vzájemné útoky a kontroverze je dialog a diskuze? Napište, která témata, metody či cíle jsou pro náboženství a přírodní vědy podle Vás společné.*
- *I v dnešní době se mezi námi najde mnoho takových Edwardů Kelleyů, kteří se snaží zbohatnout na důvěřivosti, nevědomosti a často i hlouposti druhých. Uved'te konkrétní případ, kdy bylo vědecké bádání zneužito k osobnímu prospěchu.*

Na tyto úkoly samozřejmě neexistují jednoznačně „správné“ odpovědi. Uvádějí však přírodní vědy do širších sociálních a etických souvislostí, nutí žáky přemýšlet o mantinelech přírodovědného bádání, o vědeckém vývoji, který nemůže nerespektovat vývoj morálních hodnot.

Ačkoliv jsou tyto otázky jen obtížně hodnotitelné (viz. kapitola 7.3), pokládám je za natolik důležité, že jsou v pracovních listech zařazeny.

Dalším typem úkolů jsou takové, na které není zapotřebí odpovídat pomocí slov, ale stačí nakreslit obrázek či známý výjev z dějin přírodních věd. Například:

- *Ke smrti Archiméda ze Syrakus se vztahuje známá legenda. Římský voják prý vyrušil Archiméda při řešení jednoho z matematických problémů, a když jej Říman vyzval, aby šel s ním, Archimédes jej odbyl jen krátkým zvoláním. Což si ovšem voják nenechal líbit a Archiméda probodl mečem. Nakreslete Archiméda tak, aby bylo jasné, jakým problémem se zabýval, i římského vojáka, jak si jej představujete, a do bubliny k Archimédovi doplňte jeho slavný výrok.*
- *Thalés z Miletu dokázal celkem velmi přesně vypočítat výšku egyptských pyramid. A potřeboval k tomu pouze svou hůl. Přijdete na to, jakým způsobem tak učinil? Pro inspiraci si můžete nakreslit slunnou egyptskou poušť s pyramidou a Thalésovou hůlí.*

Odpověď pomocí obrázku zaujme především výtvarně nadané žáky, přispívá k rozvoji obrazotvornosti, přibližuje téma žákovi, zosobňuje a personifikuje téma. Obrázky často lépe než slova vypovídají o představách žáků, tedy o jejich výchozích prekonceptech.

V textu o staré Číně je zařazen také domácí experiment. Číňané byli známí svými vrty, kterými získávali solanku a z ní sůl. Krystalizace soli z jejího nasyceného roztoku je natolik jednoduchý pokus, že jej žáci mohou vyzkoušet v domácím prostředí bez asistence učitele.

7.2 Didaktický test v programu Adobe Flash

Téma historie přírodních věd chápou ve výuce chemie (nebo i jiných přírodovědných předmětů) jako téma doplňkové, určené pro zvýšení motivace žáků a všeobecné vzdělanosti. Žáci by měli přečíst pracovní listy a vyřešit úkoly. Není nutné žáky zkoušet (ať již písemně či ústně) a následně klasifikovat z nabytých znalostí. Zpětnou vazbu o svých znalostech z historie přírodních věd žák může získat i bez asistence učitele (tedy bez hrozby možné klasifikace), a to díky vytvořenému didaktickému testu. Tento test jsem nazval Kvíz z historie přírodních věd. Vytvořen je v programu Adobe Flash a je tímto programem automaticky vyhodnocován. Stejně jako pracovní listy je součástí přílohy D (na CD) na zadní straně obálky.

Test je společný pro všechna čtyři témata, obsahuje 10 testových položek, vyskytují se v něm různé typy úloh: úlohy s výběrem odpovědi (pokud není uvedeno jinak, je možné více správných odpovědí), přiřazovací úlohy (př. obr. 7.1) a úlohy se stručnou odpovědí.

Kvíz z historie přírodních věd

Přiřaďte jméno filozofa k pralátce, která podle něj byla základem světa.

Thalés	Anaximandros	Voda	Atom
Demokritos	Hérakleitos	Apeiron	Oheň

Potvrdit Reset

4 / 11

Obr. 7.1 Jedna z přiřazovacích otázek testu

Na poslední stránce testu se zobrazí výsledky testu s počtem správných i nesprávných odpovědí a s celkovým výsledkem uvedeným v procentech. Správné odpovědi se však v programu Adobe Flash automaticky nezobrazují, proto jsou uvedeny v samostatném pdf-souboru na CD.

7.3 Metodika práce s texty a testem

Využití pracovních listů k tématu historie přírodních věd je velmi široké. Téma i k němu vytvořené texty jsou interdisciplinární, to znamená, že je lze zařadit do výuky prakticky jakéhokoli přírodovědného předmětu. Některé z úkolů by bylo možno implementovat do výuky i humanitních předmětů. Pracovní listy byly vytvářeny pro žáky středních škol a pro žáky vyšších ročníků víceletých gymnázií. Nicméně ověřil jsem je i v kvartě víceletého gymnázia a zjistil, že výsledky jsou srovnatelné s výsledky starších žáků. Proto studijní materiály mohou učitelé využít i v nižších ročnících víceletých gymnázií, popřípadě na základních školách. V tomto případě ovšem doporučuji, aby si učitelé ověřili u svých kolegů, že dané historické období bylo již v rámci dějepisu odučeno.

Pokud by téma historie přírodních věd v rozsahu zpracovaných historických obdobích mělo být realizováno přímo ve výuce (například výkladem učitele), zabralo by příliš mnoho vyučovacích hodin a pro většinu učitelů přírodovědných předmětů by bylo neakceptovatelné. Proto jsem vytvořil takové pracovní listy, které mohou žáci využívat samostatně jako domácí práci, bez asistence nebo výkladu učitele. Stejně tak didaktický test vytvořený v programu Adobe Flash se automaticky vyhodnocuje, takže není zapotřebí oprav učitele. Kromě využití textů jako dlouhodobých domácích úkolů pro žáky mohou učitelé materiály uplatnit při suplovaných hodinách.

Vytvořené pracovní listy mají charakter jakési imaginární cesty, na kterou se žáci vydávají a během které se postupně seznámí s nejstaršími etapami vývoje přírodních věd. Listy na sebe navazují, vytváří jednotný celek, ve kterém by mělo být zachováno logické pořadí stará Čína, antické Řecko, středověk a renesance. Mohou být však bez větších problémů využity i samostatně, pokud se učitel rozhodne zabývat pouze některou z etap. Je samozřejmě možné, aby učitel z pracovních listů úkoly vybral dle svého uvážení. Pokud se ale například učitel chemie zaměří v textech pouze na úseky, které se vztahují k chemii (potažmo alchymii), ztrácí tím listy svůj potenciál jako nástroje integrované přírodovědné výuky.

Pracovní listy jsou primárně určeny pro samostudium, jsou pochopitelné i pro žáky bez hlubších znalostí dějin přírodních věd. Osvědčilo se při jejich ověřování v praxi zadat jeden list (jednu etapu) k řešení na jeden měsíc, následně jej vybrat a opravit. Správné odpovědi na úkoly jsou uvedeny spolu s pracovními listy na CD v příloze D práce. Za vhodný způsob celkového hodnocení vyplněných listů považuji slovní hodnocení. Je samozřejmě možné i bodování či procentuální hodnocení. Názory studentů či kvalitu jejich kreseb je jen velmi problematické hodnotit. V odborné literatuře (Slavík, 1999) je často u těchto expresivních úkolů doporučována tzv. nehodnotící zpětná vazba (*nonevaluative feedback*), tedy komentář nedoprovázený hodnocením – vyjádření, že cosi učitel akceptuje, aniž by o tom vyslovil soud. Nehodnotící zpětná vazba je zprostředkována popisným (nikoliv posuzujícím) vyjádřením – učitel pouze popíše žákův dosažený výsledek nebo svůj pocit z něj.

7.4 Metodika práce s CD

Po vložení CD Historie přírodních věd ve vzdělávání do CD – mechaniky počítače se automaticky zobrazí následující úvodní stránka (obr. 7.2).



Obr. 7.2 Úvodní stránka – rozcestník vytvořených materiálů

Učitel tak má ulehčenou orientaci v dostupných didaktických materiálech. Tlačítka umístěná na levé straně („Stará Čína“, „Antické Řecko“, „Středověk“ a „Renesance“) umožňují otevřít pdf dokument s příslušným pracovním listem k určité etapě historie přírodních věd. Text byl vytvořen v programu Microsoft Office Word 2003 a převeden do pdf souboru. Z něj lze pracovní list přímo vytisknout nebo zkopírovat do některého z textových editorů, případně pozměnit (vynechat či doplnit otázky) dle uvážení učitele. Tlačítko s názvem Test odkazuje uživatele na html soubor s interaktivním testem Historie přírodních věd.

Tlačítka umístěná na pravé straně s názvem „Řešení...“ umožňují učitelům otevřít soubory s autorským řešením úkolů, které se v textech vyskytují. Tlačítko s názvem „Řešení test“ zobrazí pdf soubor se správným řešením testu.

Pokud se úvodní stránka programu nezobrazí automaticky po vložení disku CD do počítače, je zapotřebí v menu Tento počítač nalézt jednotku CD - ROM (nebo DVD – RAM), otevřít ji a spustit soubor START.html. Je rovněž možné, že se po otevření úvodní stránky zobrazí hlášení webového prohlížeče o zakázání skript a ovládacích prvků ActiveX, které lze povolit kliknutím na zprávu a volbou možnosti *Povolit zablokovaný obsah*.

7.5 Ověření pracovních listů

Tvorba pracovních listů k tématu HPV byla od samého počátku spjata s jejich současným ověřováním ve výuce přírodovědných předmětů na gymnáziích.

Nejprve jsem vytvořené pracovní listy ověřil sám (kap. 7.5.1 Autorské ověření) na žácích Gymnázia Jaroslava Seiferta v Praze. Následně jsem pracovní listy poskytl učitelům jiných gymnázií, kteří pracovní listy ověřili na svých žácích, sami je opravili a vyhodnotili a žákům rozdali mnou vytvořený evaluační dotazník (příloha C). Vyplněné formuláře dotazníku mi byli předány a výsledky dotazníku jsou uvedeny v kapitole 7.5.3. Počet tříd, ve kterých probíhalo ověřování, stejně tak počet ověřovaných pracovních listů závisel na časových možnostech oslovených učitelů, kteří byli ochotní spolupracovat. Názory spolupracujících učitelů na téma HPV ve výuce jsem zjišťoval metodou rozhovoru, výsledky uvádím v kap. 7.5.4.

7.5.1 Autorské ověření

Nejprve jsem se snažil zjistit, zda je téma schopné zaujmout žáky a zda navržený koncept pracovních listů doplněných výkladovou částí určený především pro samostatnou domácí práci je pro žáky akceptovatelný. Využil jsem svého pedagogického působení jako učitele chemie na Gymnázium Jaroslava Seiferta v Praze a pracovní listy ověřil ve dvou třídách osmiletého studia.

Ve školním roce 2009/2010 byly listy ověřeny v sextě a v školním roce 2010/2011 v kvartě. V sextě bylo 19 žáků, v kvartě 22.

Žákům byly v průběhu čtyř měsíců (únor – květen) postupně rozdány všechny čtyři studijní texty v pořadí: stará Čína (únor), antické Řecko (březen), středověk (duben), renesance (květen). Žáci měli na vyplnění jednoho listu vždy jeden měsíc, poté byly texty vybrány, opraveny a vráceny žákům zpět se slovním hodnocením. Hodnocena byla především správnost vyplňovaných údajů.

Časová náročnost takto pojaté implementace tématu historie přírodních věd do výuky chemie byla minimální. Kromě vlastní domácí práce žáků bylo zapotřebí pouze dvou vyučovací hodiny. Na první hodině bylo téma žákům představeno, byl vysvětlen jeho význam a způsob práce s pracovními listy.

Druhá vyučovací hodina k tématu HPV proběhla na závěr čtyřměsíčního cyklu. Šlo o celkové zhodnocení přínosu HPV k dalšímu rozvoji žáků a diskuzi nad

nejdůležitějšími aspekty vývoje přírodních věd. Žákům byl mimo jiné během této hodiny rozdán evaluační dotazník pro pracovní listy, jehož smyslem bylo zjistit názory žáků na téma HPV a vytvořené pracovní listy.

Při autorském ověřování na Gymnáziu Jaroslava Seiferta byly zjištěny následující skutečnosti:

- Zájem o téma HPV byl patrný především u humanitně zaměřených studentů.
- Samostatná domácí práce byla žáky akceptována, pokud na ni měli dostatečné množství času (1 měsíc na 1 pracovní list).
- Počet chybně vyplněných otázek u kvarty a sexty se výrazně nelišil. Texty jsou v zásadě použitelné v kvartě i v jakémkoli vyšším ročníku osmiletého (případně čtyřletého) gymnázia. V nižších ročnících gymnázií či základních škol je využitelnost textů dána tím, zda již v hodinách dějepisu bylo či nebylo probráno dané historické období.
- Nejpečlivěji žáci paradoxně zodpovídali časově nejnáročnější otázky (otázky na jejich názory a postoje, úkoly nakreslit nějaký obrázek či schéma). Vypovídá to o potřebě mladých lidí se vyjadřovat kreativně a sdílet své názory s ostatními.
- Někteří žáci nechápali, proč je téma HPV probíráno zrovna v chemii, když se v textech vyskytují i otázky fyzikální, biologické nebo dokonce dějepisné. Integrační charakter textu a komplexní pohled na téma není ještě zdaleka pro všechny žáky samozřejmostí. To ale nemůže být důvod, proč taková témata do výuky nezařazovat.
- Ačkoliv cílem textů není, aby se žáci naučili řadu faktických informací z dějin přírodních věd (jde spíše o ukázání a seznámení se s jiným pohledem na přírodní vědy), někteří žáci sami přišli s myšlenkou, že by si rádi vyzkoušeli, zda si „nějaká fakta“ zapamatovali. Rozhodl jsem se proto vytvořit souhrnný didaktický test k historii přírodních věd v programu Adobe Flash.

Na základě autorského ověření jsem provedl následující změny a úpravy:

- Byly opraveny drobné formulační nejasnosti, na které žáci upozornili.
- Úkoly, u nichž více jak 50% žáků chybovala, byly nahrazeny jinými či byly vypuštěny.
- Byly přidány úkoly, na které se odpovídalo formou úvahy či obrázku.
- Byl sestaven didaktický test s názvem Kvíz z historie přírodních věd v programu Adobe Flash.

7.5.2 Ověření na jiných gymnáziích

Kromě autorského ověření pracovních listů na Gymnáziu Jaroslava Seiferta byly pracovní listy ověřeny jinými učiteli i na jiných školách. Smyslem bylo ověřit pracovní listy na větším počtu žáků, které neučím, a zároveň zjistit názory spolupracujících učitelů na téma HPV ve výuce přírodovědných předmětů.

Učitelům byla dána možnost volby, zda ověří všechny pracovní listy nebo pouze některé, podle jejich časových a organizačních možností. Rovněž způsob ověřování byl ponechán na učitelích, nicméně bylo doporučeno zadat pracovní listy k samostatné práci a následně vyhodnotit, jak je diskutováno v kapitole 7.3.

Pracovní listy byly ověřeny celkem na 152 žácích, podrobnosti jsou uvedeny v tabulce 7.1.

Tab. 7.1 Ověření pracovních listů Historie přírodních věd

Škola	Učitel	Školní rok	Ročník	Počet žáků	Ověřované pracovní listy
Gymnázium Jaroslava Seiferta, Praha	Mgr. Michal Šíba	2009/2010	4. ročník osmiletého studia	19	všechny
		2010/2011	6. ročník osmiletého studia	22	
Gymnázium Jaroslava Seiferta, Praha	RNDr. Helena Svobodová	2011/2012	6. ročník osmiletého studia	13	Čína, Řecko
Gymnázium Jaroslava Seiferta, Praha	Mgr. Marie Ekrťová	2011/2012	6. ročník osmiletého studia	2	Středověk, Renesance
Gymnázium, Vybíralova 964, Praha 9	Mgr. Michaela Polívková	2011/2012	3. ročník čtyřletého studia	13	Čína, Řecko
Česko – anglické gymnázium, České Budějovice	RNDr. Květa Tůmová	2011/2012	7. ročník osmiletého studia	12	Středověk, Renesance
			4. ročník osmiletého studia	14	
Gymnázium Přípotoční, Praha	Mgr. Veronika Koldová	2011/2012	1. ročník čtyřletého studia (3 třídy)	57	všechny

Výstupem ověřování byl evaluační dotazník pro žáky (stejný, jaký jsem rozdával svým žákům při autorském ověřování) a rozhovor s učiteli o možnostech uplatnění HPV v přírodovědném vzdělávání.

7.5.3 Hodnocení pracovních listů a tématu HPV žáky

Po ověření pracovních listů v jednotlivých školách byl žákům rozdán evaluační dotazník, jehož cílem bylo:

- zjistit názory žáků na význam tématu HPV ve středoškolské výuce a jeho přínos pro jejich osobní rozvoj.
- zhodnotit vytvořené pracovní listy z pohledu žáků.

Dotazník (příloha C) měl 8 otázek, z nichž 7 byly otázky uzavřené a jedna otevřená. U uzavřených otázek bylo možno vybrat vždy pouze jednu z nabízených alternativ. Celkový počet respondentů (žáků gymnázií, kteří se zúčastnili ověření) byl 152.

Z různých pedagogických i sociologických průzkumů (Höfer, Svoboda, 2005) vyplývá, že roste podíl žáků preferujících humanitní předměty, zatímco exaktní obory (matematika, chemie, fyzika) jsou v preferencích spíše na ústupu. Otázka č. 1 zjišťovala, zda je tento trend pozorovatelný i u žáků, kteří řešili pracovní listy. Nadpoloviční většina (53 %) respondentů uvedla, že upřednostňují humanitní vědy, 30 % přírodní vědy a 17 % matematiku a technické obory.

Téma historie může obohatit výuku přírodovědných předmětů o prvky které v nich žáci (často právě humanitně zaměřeni) postrádají. Tedy osobitost, příběhy spojené s úspěchy i nezdary konkrétních lidí, fantazii, humor.

Otázka č. 2 zjišťovala atraktivitu tématu HPV ve výuce z pohledu žáků. 37 % respondentů považuje historii přírodních věd za téma zajímavé, ale ve výuce ne příliš důležité, 29 % za téma zajímavé i důležité, zhruba stejný počet žáků za důležité, ale ne příliš zajímavé. Pouze 4 % žáků pokládá HPV za nezajímavé a z pohledu výuky nedůležité téma.

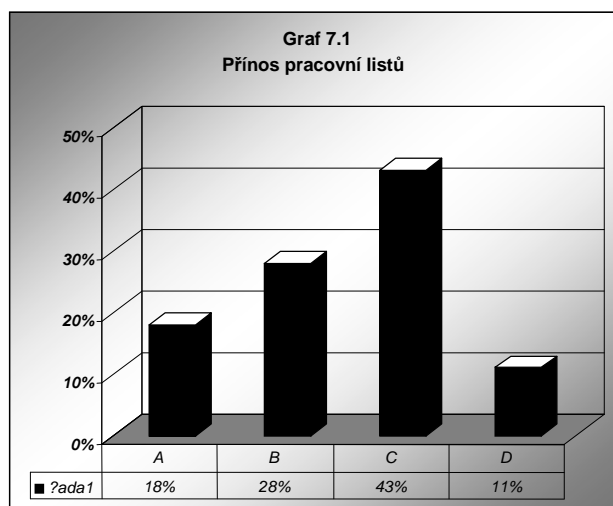
Pracovní listy byly ověřovány v různých ročnících osmiletého i čtyřletého gymnaziálního studia. Nejmladší žáci byli z kvarty, nejstarší ze septimy. Jelikož většina úkolů v pracovních listech není závislá na hlubších znalostech z přírodovědných

předmětů, předpokládal jsem, že by takový věkový rozptyl neměl být problematický. Odpovědi na otázku č. 3 to potvrzují. 49 % žáků pokládá zařazení pracovních listů do výuky právě v jejich ročníku za odpovídající. 34 % považuje téma HPV za natolik interdisciplinární a nezávislé na předchozích znalostech, že ho lze začlenit v jakémkoliv ročníku. Pouze malá část respondentů se domnívá, že by pracovní listy měly být začleněny až ve vyšších ročnících pro jejich obtížnost (12%) nebo v nižších ročnících pro jejich přílišnou snadnost (5 %).

Otázka č. 4 zněla: Jaký je pro vás osobně přínos řešení pracovních listů o historii přírodních věd? Žáci měli možnost výběru z následujících alternativ:

- a) Získal/a jsem ucelený přehled o počátcích přírodních věd, měl/a jsem možnost propojit znalosti z chemie, fyziky, biologie, základů společenských věd a dějepisu.
- b) Dosud jsem přírodní vědy vnímal/a spíše jako soubor izolovaných poznatků. Historické pojetí však vnáší do přírodních věd příběhy konkrétních lidí, což mně do jisté míry dokázalo přírodní vědy přiblížit.
- c) Téma mi pomohlo zamyslet se nad vývojem lidského poznání v minulosti a jeho směřování do budoucna, stejně jako nad etickými aspekty přírodovědného bádání.
- d) Nemyslím si, že by téma mělo pro mě nějaký přínos nebo změnilo můj pohled na přírodní vědy. Jeho zařazení do výuky považuji za zbytečné.

Procentuální zastoupení odpovědí shrnuje graf 7.1. Vyplývá z něj, že nejvíce žáků považuje pracovní listy za přínosné pro možnost zamyslet se nad etikou vědecké práce, nad jejím historickým i budoucím směřováním. Rovněž pro mnohé respondenty představuje HPV jakousi personifikaci vědeckého bádání, spojení vědeckých objevů s konkrétními lidmi a příběhy.

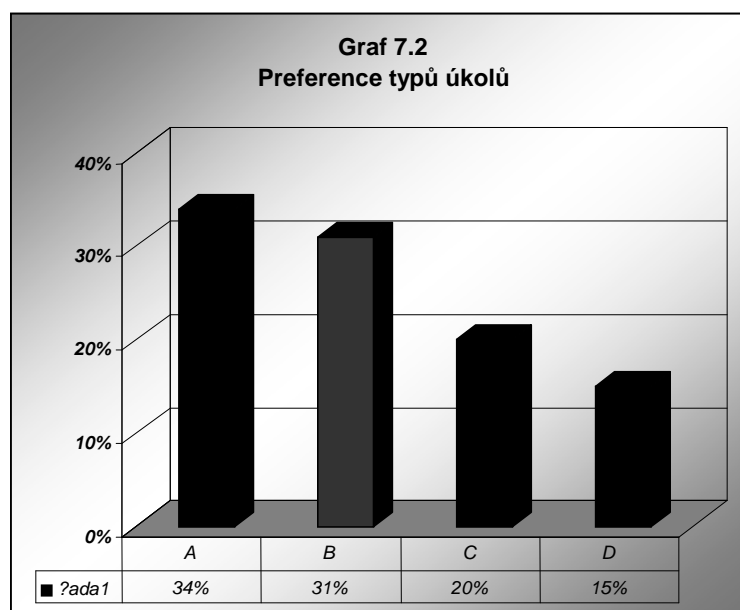


Otázka č. 5 se věnovala hodnocení vytvořených pracovních listů. Žáci hodnotili pracovní listy jako srozumitelné (88 %), přehledné (81 %) a motivující k dalšímu poznání dějin přírodních věd (76 %). 62 % žáků je rovněž považuje za poutavě psané, ostatní (38 %) za psané nezáživně. Často v této souvislosti žáci v připomínkách uváděli jejich přílišnou obsáhlost. Ta je však do jisté míry dána snahou obsáhnout dané historické období z hlediska vývoje většiny přírodních věd. Nicméně, jak je již uvedeno v kapitole 7.3, mohou učitelé texty libovolně zkracovat či vypouštět některé z úkolů podle jejich uvážení.

Šestá otázka dotazníku zjišťovala, jaké úlohy (typy otázek) v pracovních listech považují žáci za nejpřínosnější pro základní orientaci v oblasti HPV. Výběr možných odpovědí:

- a) otázky na konkrétní faktické informace z oblasti přírodních věd a jejich dějin;
- b) otázky, při kterých jsem se měl/a zamyslet nad příčinami určitého historického či přírodovědného faktu;
- c) otázky, které zjišťovaly mé osobní názory na problematice oblasti přírodovědného bádání, jako je jeho vztah k náboženství, jeho další směřování apod.;
- d) otázky, na které jsem místo písemné odpovědi mohl/a nakreslit schéma či obrázek.

Procentuální zastoupení odpovědí shrnuje graf 7.2.



Žáci volili s relativně malými rozdíly všechny čtyři alternativy. Četnost odpovědí u alternativ B a C vypovídá o potřebě žáku vyjadřovat se kreativně a sdílet názory na problematické aspekty přírodovědného bádání, které přesahují obvyklý rámec výuky.

Otázka č. 7 dotazníku zjišťovala, v jakém předmětu se již žáci měli možnost seznámit s tématem HPV. Z výsledků vyplývá, že u 34 % z nich bylo řešení předložených pracovních listů jejich první příležitostí. 35 % respondentů se poprvé s tématem seznámili v hodinách dějepisu, 26 % v hodinách přírodovědných předmětů a 5 % v základech společenských věd.

Poslední otázka (otázka č. 8) umožnila žákům napsat jakékoliv názory a připomínky k předloženým pracovním listům. Uvádím některé bez komentáře.

„Téma pro mě znamenalo, že jsem si zrekapituloval to, co jsem o historii přírodních věd již věděl. Dozvěděl jsem se ale i spoustu zajímavých a pro mě nových informací.“ (kvarta, Gymnázium Jaroslava Seiferta)

„Pracovní listy byly zajímavé a přehledné a dokázaly člověka donutit si o daném problému vyhledat více.“ (septima, Česko – anglické gymnázium)

„Ty články by mohly být kratší, více dějepisné. Provázané s aktuálním světem a dějem v něm.“ (sexta, Gymnázium Jaroslava Seiferta)

„Kratší. Je to moc zdlouhavé.“ (1. ročník, Gymnázium Přípotoční)

„Vypracování listů mě zaujalo a podpořilo můj zájem o přírodní vědy.“ (kvarta, Česko – anglické gymnázium)

„Celá HPV mi přijde jako výborný nápad.“ (sexta, Gymnázium Jaroslava Seiferta)

Z ověření pracovních listů a z výsledků evaluačního dotazníku vyplývá, že téma historie přírodních věd má potenciál zaujmout a motivovat žáky, především ve smyslu vnímání společenského významu přírodních věd. Dále téma pomáhá personifikovat přírodní vědy a integrovat poznatky z jednotlivých oborů.

7.5.4 Hodnocení pracovních listů a tématu HPV učiteli

Součástí evaluace vytvořených didaktických materiálů bylo i jejich zhodnocení učiteli, kteří se zapojili do ověřování pracovních listů (5 učitelů ze 4 gymnázií, viz. tab. 7.1). Zjišťoval jsem formou polostrukturovaného rozhovoru (Pelikán, 2004 a Hendl, 2005) názory učitelů na téma historie přírodních věd ve výuce přírodovědných předmětů i na kvalitu vytvořených materiálů.

Učitelé téma historie přírodních věd vnímají jako zajímavé i motivující, nicméně do výuky jej zařazují spíše sporadicky. Hlavní důvod je v potřebě splnit v omezené hodinové dotaci „tradiční obsah“ výuky chemie, biologie nebo fyziky. Ačkoliv Rámcové vzdělávací programy dávají školám větší míru pedagogické autonomie při tvorbě školních kurikulárních dokumentů, učitelé obvykle nenahrazují tradiční témata novými již například z toho důvodu, že na přijímacích školách na vysoké školy jsou vyžadovány znalosti vycházející spíše z tematicky neinovované výuky.

Vytvořené didaktické materiály pokládala většina učitelů za vhodné a didakticky dobře zpracované již z toho důvodu, že jsou určeny pro samostatnou práci žáků a tím se snaží alespoň do jisté míry eliminovat problém popsany výše. Při rozhovoru jsem se rovněž zajímal o názory učitelů na další možnosti implementace historie přírodních věd do výuky. Především pražští učitelé projevili zájem o kurz Praha alchymistická, který spojuje formu exkurze se zážitkovou pedagogikou a experimentálně pojatou výukou. Tento kurz spolu s dalším projektem se stal nedílnou součástí disertační práce a bližší informace o něm jsou uvedeny v následující kapitole.

7.6 Shrnutí kapitoly

V této kapitole jsem charakterizoval vytvořené studijní texty a test k tématu historie přírodních věd, uvedl jsem metodiku práce s nimi a závěry plynoucí z jejich ověření ve výuce.

Konkrétně byly vytvořeny studijní texty k čtyřem raným etapám vývoje přírodních věd: stará Čína, antické Řecko, středověk a renesance. Texty byly ověřeny ve výuce na 152 žácích. Žáci měli možnost zhodnotit texty a význam tématu historie přírodních věd formou evaluačního dotazníku.

8 PROJEKTY REALIZOVANÉ V RÁMCI DISERTAČNÍ PRÁCE

V průběhu zpracování disertační práce byly realizovány k tématu historie přírodních věd dva projekty, jejichž smyslem bylo seznámit s tématem žáky základních a středních škol, jejich učitele, budoucí učitele i širokou veřejnost.

Názvy projektů:

1. Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů
2. Praha alchymistická

8.1 Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů

Projekt byl podán v roce 2010 v rámci výběrového řízení Fondu rozvoje vysokých škol (FRVŠ) Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (MŠMT ČR). Projekt byl přijat a v roce 2011 realizován. Spoluřešiteli projektu byli RND. Pavel Teplý, Ph.D. a Mgr. Veronika Koldová, oba z Katedry učitelství a didaktiky chemie PřF UK.

8.1.1 Cíle projektu

Projekt počítal se začleněním tématu historie přírodních věd do výuky na úrovni gymnaziálního vzdělávání a vzdělávání budoucích učitelů chemie. Konkrétní cíle projektu jsou shrnuty do čtyř bodů:

1. Vytvoření, tisk a distribuce učebního textu kombinovaného s pracovním listem (publikace s přílohou CD). Text se věnoval čtyřem (z hlediska vývoje přírodních věd) důležitým a zajímavým historickým etapám: starověké Číně, antickému Řecku, středověké a renesanční Evropě. Publikace byla určena účastníkům předmětu Didaktika anorganické chemie na Přírodovědecké fakultě UK v Praze a byla rovněž distribuována středoškolským učitelům pro přímé použití ve výuce přírodovědných předmětů.
2. Vytvoření didaktického testu v programu Adobe Flash k tématu HPV. Test byl rovněž součástí přílohy CD v publikaci.
3. Natočit 6 motivačních experimentů, které evokují alchymisty a jejich práci. Konkrétně šlo o napodobení transmutací, kouzelných přeměn (např. voda – víno, víno – voda) a demonstraci účinků černého střelného prachu. Tyto experimenty nejsou přímou součástí disertační práce, protože nemají zjevný

integrující charakter. Jsou využitelné spíše jako motivační prvek ve výuce chemie

4. Uveřejnění všech vytvořených materiálů na portálu www.studiumchemie.cz. Učební texty (pracovní listy), multimediální test i videa experimentů byla zveřejněna na portálu Katedry učitelství a didaktiky chemie věnovanému chemickému vzdělávání www.studiumchemie.cz. Zde jsou k dispozici nejenom účastníkům kurzu Didaktika anorganické chemie, středoškolským učitelům či žákům ale i dalším zájemcům o historii přírodních věd.

8.1.2 Charakteristika projektu

Projekt Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů byl realizován na Katedře učitelství a didaktiky chemie PŘF UK v roce 2011.

V první fázi projektu byly vytvořeny didaktické materiály k tématu historie přírodních věd. Pracovní listy, metodika k nim i didaktický test k tématu historie přírodních věd byly sjednoceny do souhrnné publikace *Historie přírodních věd ve výuce přírodovědných předmětů na středních školách* (Šíba, Klímová, 2011). Publikace včetně přílohy CD byla vydána v nákladu 50 ks. Rovněž bylo navrženo několik efektních chemických pokusů připomínajících práci alchymistů za doby Rudolfa II. Tyto pokusy byly natočeny a sestříhány do podoby krátkých videoklipů pro inspiraci učitelům a uveřejněny na webu KUDCh PŘF UK.

Ve druhé fázi projektu byl realizován výstupní seminář v rámci předmětu Didaktika anorganické chemie (v zimním semestru akademického roku 2011/2012), na kterém jsme studentům učitelství chemie představili téma historie přírodních věd jako téma vhodné pro implementaci do středoškolské výuky. Seznámili jsme je s vytvořenými didaktickými materiály. Rovněž jsme navrhli možnou realizaci tématu formou exkurze nebo laboratorního cvičení (viz. Praha alchymistická). Jak exkurzi, tak laboratorní cvičení si měli studenti možnost na semináři vyzkoušet.

Ve třetí fázi projektu jsme publikace distribuovali mezi učitele pražských gymnázií (osobní formou, poštou a při semináři dalšího vzdělávání učitelů chemie pořádaným KUDCh PŘF UK). Rovněž jsme všechny vytvořené didaktické materiály (včetně videopokusů) umístili na studijní portál katedry www.studiumchemie.cz.

8.1.3 Závěry z projektu

Přínos projektu Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů spatřuji v distribuci materiálů vytvořených v rámci disertační práce širší skupině potenciálních uživatelů. Rovněž se podařilo téma historie přírodních věd začlenit do výuky povinného předmětu Didaktika anorganické chemie a seznámit s ním studenty učitelství chemie, tedy budoucí učitele.

8.2 Praha alchymistická

Rok 2011 byl vyhlášen mezinárodní organizací UNESCO a Mezinárodní uníí čisté a aplikované chemie IUPAC za Mezinárodní rok chemie (IYC). Jedním z hlavních cílů IYC, jak plyne z jeho webových stránek (www.rokchemie.cz), bylo zvýšit u veřejnosti vnímání chemie jako prostředku zajištění lidských potřeb a zvýšit zájem o chemii u mladé generace. Česká společnost chemická spolu s dalšími výzkumnými a vzdělávacími institucemi s chemickým zaměřením včetně Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy uspořádaly v tomto roce řadu popularizačních akcí pro širokou veřejnost. Jednou z nich byl i kurz Praha alchymistická, který jsem navrhl na PřF UK v rámci rozvojového projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, 2011: Rok chemie – chemie všem.

Alchymie je důležitou etapou historie přírodovědného poznávání, která je opředena řadou legend a mýtů. Zároveň z didaktického pohledu jde o vhodný motivační a popularizační nástroj, protože spojuje exaktní vědu s kouzly a mysticismem. Alchymie, jako téma kurzu, se velmi dobře hodí i k místu konání kurzu, tedy k Praze, která byla za vlády Rudolfa II. považována za hlavní evropské alchymistické centrum.

8.2.1 Charakteristika kurzu Praha alchymistická

Kurz Praha alchymistická si kladl za cíl seznámit zábavnou a motivační formou účastníky s alchymistickou historií staré Prahy.

Kurz se skládal ze dvou hlavních aktivit: exkurze po Praze a experimenty v laboratoři. Exkurze probíhala po nejzajímavějších místech v Praze spojených s alchymií a historií přírodních věd. Začínala u Staroměstského Orloje, pokračovala k Staronové synagoze na Josefově, kde byla účastníkům kurzu představena legenda o golemovi a rabi Löwovi. Další zastávkou byl Dům u Francouzské koruny, kde žil při

svém pobytu v Praze Johannes Kepler. Exkurze pokračovala na Karlovo náměstí, k Faustově domu, u kterého byl prezentován příběh Edwarda Kellyho. Během exkurze byl účastníkům kurzu podán výklad o alchymii a alchymistech hlavně v době Rudolfa II., o legendách a mýtech, které se vztahují k navštíveným místům. Exkurze byla doprovázena soutěžemi: vědomostním kvízem o alchymii v Praze za doby Rudolfa II. a vyplňováním chemických reakcí zapsaných alchymistickými symboly. Účastníci kurzu také například v Botanické zahradě Univerzity Karlovy, kde exkurze končila, hledali podle alchymistických indicií ve skupinách schovaný kámen mudrců. Ceny pro vítěze soutěží byly také alchymistického rázu: měděné mince a šém, který (údajně) oživuje golema.

Druhá část kurzu probíhala v laboratoři Přírodovědecké fakulty UK, která byla přetvořena v alchymistickou dílnu. Účastníkům byly demonstrovány pokusy s alchymistickým nádechem: zlatý déšť se suchým ledem, bengálské ohně, faraónovi hadi, peklo ve zkumavce, světlušky. Účastníci měli možnost si nalezené měděné mince sami transmutovat v mince stříbrné a posléze zlaté. Během pokusů byla objasněna podstata experimentů a diskutován význam práce alchymistů pro přírodovědné bádání.

Kurz Praha alchymistická nemá zjevný integrující charakter. Byl vytvořen pro Mezinárodní rok chemie a jeho hlavním cílem byla popularizace chemie u žáků i široké veřejnosti. Nicméně i v tomto kurzu jsem se snažil během exkurze prezentovat historii jako jednotící prvek v přírodních vědách.

8.2.2 Realizace kurzů

Na přípravě, propagaci a realizaci kurzu Praha alchymistická se podíleli Mgr. Michal Šíba, RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D. a RNDr. Pavel Teplý, Ph.D., všichni z Katedry učitelství a didaktiky chemie PřF UK.

Kurzy byly otevřeny pro žáky základních a středních škol a jejich učitele i pro zájemce z řad veřejnosti. Maximální počet účastníků jednoho kurzu byl 20. V průběhu roku 2011 proběhlo 8 těchto kurzů, celkem s 116 účastníky. Podrobnosti o kurzech jsou uvedeny v tabulce 8.1.

Tab 8.1 Kurzy Praha alchymistická v roce 2011

Datum kurzu	Účastníci	Počet účastníků
25. května 2011	Gymnázium Jaroslava Seiferta, Praha	10
25. května 2011	ZŠ a MŠ Tyršova, Praha	17
31. května 2011	Gymnázium a SOŠ pedagogická, Liberec	14
18. června 2011	veřejnost	8
28. června 2011	Střední průmyslová škola grafická, Praha	12
28. června 2011	veřejnost	10
4. října 2011	Rakouské gymnázium, Praha	17
29. listopadu 2011	Gymnázium Omská, Praha	29

Atmosféru kurzu (obr. 8.1 – 8.4) přibližují následující fotografie [8].



Obr. 8.1 Kurz začínal u Staroměstského Orloje.



Obr. 8.2 Hledání kamene mudrců v Botanické zahradě PřF UK



Obr. 8.3 a 8.4 *Transmutace měděných mincí na mince stříbrné a zlaté*

8.2.3 Závěry z kurzů

Jak se ukázalo na velkém zájmu o kurz (v roce 2011 proběhlo 8 kurzů, přičemž původně plánovány byly pouze 3 kurzy), alchymie je téma velmi atraktivní. Integruje přírodovědné poznatky s poznatky historickými. Vnáší do jinak exaktních oborů příběhy, které se často nacházejí na samé hranici mezi faktem a fikcí.

Účastníci kurzů většinou ochotně přistupovali ke všem soutěžím a hrám, které byly pro ně připraveny. Je nutné podotknout, že míra nadšení a ochoty spolupráce byla větší u žáků než u převážně dospělých účastníků z řad široké veřejnosti. Znalosti, které účastníci o alchymii měli před vlastním kurzem, byly častěji než školní výukou ovlivněny filmy *Císařův pekař a Pekařův císař*.

Jak vyplynulo z diskuze s některými účastníky po skončení kurzu, Prahu alchymistickou považují za vhodný a zajímavý způsob popularizace chemie. Kurz se opíral o zážitkovou pedagogiku, o učení se prožitkem, prostřednictvím her a experimentů. Výklad v terénu, u míst, které jsou s alchymii přímo či nepřímo spjaty, umocňuje autentičnost poskytovaných informací.

Kurz Praha alchymistická byl prezentován na konferenci Chemistry Education v Lotyšsku (Šíba, 2011).

8.3 Shrnutí kapitoly

V této kapitole jsem představil 2 projekty, které byly realizovány v rámci disertační práce. Projekt Praha alchymistická seznámil zajímavou formou žáky základních i středních škol s alchymistickou historií staré Prahy. Kurz byl otevřen i účastníkům z řad široké veřejnosti. Projekt Historie přírodních věd ve vzdělávání

středoškolských učitelů poskytl učitelům i budoucím učitelům přírodovědných předmětů zpracované didaktické materiály k tématu historie přírodních věd.

9 DISKUZE

Tématem mé disertační práce se stala integrovaná přírodovědná výuka a její možná realizace implementací historie přírodních věd do výuky přírodovědných předmětů. Velkou inspirací a motivací pro sepsání této disertační práce pro mě byl projekt *History and Philosophy in Science Teaching* (HIPST, viz. kapitola 6.2). Projekt HIPST mě přesvědčil, že na evropské úrovni je otázka implementace historie do výuky přírodovědných předmětů aktuální a řešená řadou významných institucí. Ačkoliv jsem nemohl převzít všechny cíle projektu HIPST a realizovat je v podmínkách českého školství, věřím, že základní myšlenkové teze této práce (její orientace na spolupráci mezi přírodními vědami, poukázání na jejich společný vývoj a jejich „lidskou stránku“) jsou shodné s tezemi tohoto projektu. Začlenění historie přírodních věd do výuky může dle mého názoru pomoci integrovat přírodovědné poznatky bez potřeby vytvářet integrovaný předmět přírodních věd.

Jak vyplynulo ze šetření realizovaného v rámci této disertační práce (viz. kap. 5), pouze malé množství gymnázií začlenilo integrovaný předmět v některém z ročníků do výuky. Důvody hledejme v dlouholeté tradici diferencované výuky, v obavách z roztříštění poznatků a nesystémového pojetí přírodovědného vzdělávání i v přípravě budoucích učitelů v České republice, která je zaměřena na oborové aprobace. Zcela změnit pojetí přírodovědného vzdělávání na středních školách ve smyslu integrace v jeden vyučovací předmět by muselo znamenat i změny ve výuce na základních školách i změny v přípravě učitelů přírodovědných předmětů na školách vysokých. Otázkou je, zda by změna skutečně přinesla kýžené zkvalitnění přírodovědného vzdělávání. Otvírá se zde prostor pro hlubší diskusi nad těmito otázkami především mezi jednotlivými didaktikami přírodovědných předmětů. Pokud skutečně stojíme o to, aby žáci vnímali přírodu v její celistvosti, mělo by to v první řadě znamenat vymezení společných cílů přírodovědného vzdělávání napříč celým spektrem přírodovědných oborů, což se neobejde bez hluboké spolupráce oborových didaktik.

Skutečným problémem přírodovědného vzdělávání dle mého názoru není to, zda jsou přírodovědné obory učeny v integrovaném předmětu či v předmětech diferencovaných. Jsou jím ale pomyslné bariéry, které si stále vytváříme (většinou zcela nezáměrně) a které nám nedovolují propojovat poznatky mezi přírodovědnými obory. A

je jím také skutečnost, že pro řadu žáků (zvláště pro humanitně zaměřené) jsou přírodní vědy pro svou faktografii a nutnou exaktnost vnímány negativně. Historie přírodních věd může pomoci při řešení obou těchto problémů. Jak vyplynulo z rozsáhlého šetření mezi učiteli chemie na gymnáziích, v současné době je snaha integrovat poznatky především přírodovědných předmětů do výuky chemie, integraci historie či filozofie však učitelé neuváděli. Nicméně právě historie přírodních věd poukazuje na elementární jednotu přírodovědného myšlení, na jeho společný původ a vývoj a na spolupráci mezi jednotlivými vědami i vědci. Zároveň je to právě historie přírodních věd, která se může stát vhodným motivačním a inovačním prvkem ve výuce přírodovědných předmětů pro humanitně zaměřené žáky.

V rámci disertační práce jsem připravil čtyři pracovní listy k významným etapám přírodovědného vývoje (stará Čína, antické Řecko, středověk a renesance). Tato počáteční období dějin přírodních věd jsem zvolil, abych prezentoval ucelený (interdisciplinární a integrovaný) pohled na přírodu, který byl pro toto období typický. Zpracovat i mladší etapy vývoje přírodních věd by bylo jistě velmi přínosné, nicméně přesahující tematicky i rozsahem tuto práci.

Materiály byly již během přípravy konfrontovány s realitou výuky přírodovědných předmětů na českých gymnáziích. Jelikož téma nemá ve výuce pevné zakotvení, zvolil jsem formu pracovních listů pro samostatnou práci žáků. Výsledky ověření vypovídají o potenciálu tématu inovovat obsah přírodovědného vzdělávání, zaujmout i humanitně zaměřené žáky, integrovat přírodovědné poznatky. Rovněž vypovídají o potřebě žáků vyjadřovat se k společenským aspektům vědeckého bádání, k jeho morálnímu a etickému kodexu.

Součástí práce na disertaci se stala realizace dvou projektů souvisejících s jejím tématem. Prostřednictvím nich jsem chtěl téma HPV představit nejenom středoškolským učitelům nebo studentům učitelství, ale také jejich žákům a široké veřejnosti.

Projekt Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů úspěšně prošel výběrovým řízením a byl podpořen Fondem rozvoje vysokých škol České republiky. Jeho realizací se materiály vytvořené v rámci této práce včetně jejich metodiky dostaly do povědomí širšího okruhu potenciálních uživatelů.

Projekt Praha alchymistická se stal na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy součástí akcí pořádaných k mezinárodnímu Roku chemie. Tento kurz neměl ambice prezentovat HPV coby integrované téma, zaměřil se pouze na alchymii v Praze za vlády Rudolfa II. Kurz měl ukázat, že historii můžeme implementovat do výuky přírodovědných předmětů nejenom prostřednictvím vytvořených pracovních listů, ale že lze využít exkurzí, experimentů i her.

10 ZÁVĚR

Závěrem lze konstatovat, že v rámci disertační práce:

- Byla provedena literární rešerše k problematice integrované přírodovědné výuky. Byly diskutovány různé přístupy a formy IPV včetně zkušeností ze zahraničí.
- Byla provedena analýza platných kurikulárních dokumentů – Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání a Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia. Byly zhodnoceny učebnice IPV a projekty, které se jí zabývají. Byly diskutovány dva příklady škol, na kterých došlo k zavedení integrovaného přírodovědného předmětu do výuky v prvním ročníku osmiletého studia.
- Byly zjištěny zkušenosti a názory gymnaziálních učitelů chemie na různé podoby IPV formou dotazníkového šetření. Zúčastnilo se ho celkem 148 učitelů ze všech krajů České republiky. Výsledky šetření byly publikovány a využity spolu s rešeršní částí jako východiska práce.
- V disertační práci byla představena historie přírodních věd jako jeden z možných přístupů k IPV. Byly diskutovány i další důvody pro její implementaci do výuky přírodovědných předmětů. Téma bylo představeno jako jedno z vysoce aktuálních – řešených i na evropské úrovni.
- Byly vytvořeny studijní texty k čtyřem etapám vývoje přírodních věd: stará Čína, antické Řecko, středověk a renesance. Tyto texty byly ověřeny celkem na 152 žácích středních škol a podle připomínek žáků a učitelů modifikovány. Texty byly doplněny o didaktický test vytvořený v programu Adobe Flash.
- Byly realizovány dva projekty přímo související s tématem práce. Projekt Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů úspěšně prošel výběrovým řízením Fondu rozvoje vysokých škol České republiky i závěrečným oponentním řízením. Kurz Praha alchymistická byl realizován na

Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy jako součást akcí k Mezinárodnímu roku chemie. Výsledkem obou projektů byla propagace tématu historie přírodních věd mezi učiteli, studenty učitelství, žáky i širokou veřejností.

Výsledky práce byly publikovány celkem v 6 odborných publikacích (Šíba a kol., 2011 (a) i (b), Šíba, Klímová, 2010 (a) i (b), Šíba, Klímová, 2011 (a) i (b)).

Ačkoliv cíle disertační práce považuji za splněné, téma práce zdaleka za vyčerpané nepokládám. Doufám, že při své další pedagogické či vědecké činnosti budu mít možnost tuto problematiku rozvíjet v dalších směrech. Za nejpodstatnější pokládám definování a konkretizaci společných cílů přírodovědného vzdělávání, na základě kterých by bylo možné hlouběji rozvinout koncept integrované přírodovědné výuky. Rovněž bych rád didakticky zpracoval další etapy dějin přírodních věd a pomohl při realizaci podobného projektu jako je projekt HIPST v podmínkách českého školství.

11 ABSTRAKT / SUMMARY

Disertační práce *Integrovaná přírodovědná výuka a historie přírodních věd v chemickém vzdělávání* je zaměřena na problematiku integrace přírodovědných předmětů prostřednictvím historie přírodních věd.

Práce obsahuje rešeršní část zabývající se integrovanou přírodovědnou výukou v jejích různých podobách a její analýzou z pohledu platných kurikulárních dokumentů. V práci jsou prezentovány výsledky dotazníkového šetření mezi gymnaziálními učiteli chemie k tématu mezipředmětové integrace. Dále je navržen přístup k integraci prostřednictvím historie přírodních věd. K tomuto tématu jsou vytvořeny didaktické materiály: pracovní listy a didaktický test v programu Adobe Flash. Pracovní listy byly ověřeny ve výuce na gymnáziích, výsledky ověření jsou v práci uvedeny. Práce rovněž obsahuje výsledky dvou projektů zaměřených na propagaci tématu historie přírodních věd. Jedná se o projekt *Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů* (Fond rozvoje vysokých škol České republiky, 2011) a kurz *Praha alchymistická*, který byl vytvořen a realizován v rámci Rozvojového projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, 2011: Rok chemie – chemie všem.

The present dissertation *Integrated Science Education and History of Science in Chemistry Education* is aimed at the problem of integrating scientific subjects by means of natural history.

The thesis contains research concerned with integrating science education in its various forms and its analysis from the point of valid curricular documents. Results of a questionnaire on intersubject integration distributed among grammar school chemistry teachers are presented in the thesis. Further on, an approach to the integration by means of natural history is presented. Didactic materials were created on this topic: worksheets and didactic tests in Adobe Flash. Worksheets were attested in grammar school teaching and results of this attestation are included. The thesis also includes results of two projects aimed at the topic of natural history. These projects are: *History of Natural Sciences in High School Teacher Education* (Fund for the development of higher education in the Czech Republic, 2011) and a course called *Alchymistic Prague* (Developmental project of the Ministry of Education, 2011: Chemistry year - Chemistry for all).

12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÉ ODKAZY

- ALLCHIN, D. History as a Tool in Science Education. In: *Conspicuous History, Clandestine History: A Spectrum of Simulation Strategie*. Kingston, Ontario, 1992.
- ALLCHIN, D. How Not to Teach History in Science. In: *Journal of College Science Teaching* 2000, 30, 33.
- BERGSTEDT, CH. a kol.(a): *Člověk a příroda. Půda*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. ISBN 80-7238-340-X
- BERGSTEDT, CH. a kol.(b): *Člověk a příroda. Energie*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. ISBN 80-7238-341-8
- BERGSTEDT, CH. a kol.(c): *Člověk a příroda. Voda*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. ISBN 80-7238-337-X
- BÍLEK, M.: Teorie konstruktivismu v přírodovědném vzdělávání. In: *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- BÍLEK, M. a kol. *Integrovaná výuka přírodovědných předmětů*. UP v Olomouci, Olomouc, 2008. ISBN 978-80-244-1881-0
- BLUM, A.: Integrated and General Science. In: *The International Encyclopedia of Education*. 1994, 5, p. 2897.
- CIBULKOVÁ, P. *Kraje, školy, čísla 2007*, ÚIV, Praha, 2008, ISBN 978-80-211-0566-0
- CIEPLIK, D. a kol. *Erlebnis Physik/Chemie 1*. Nordrhein-Westfalen: Schroedel, 2001. ISBN: 978-3-507-77145-1
- DITRICH, V. a kol.: *Člověk a příroda. Vzduch*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. ISBN 80-7238-338-8
- DOSTÁL, F. a kol.: *Země, Voda, Oheň, Vzduch*. [online] Dostupné na <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/2503/ZEME-VODA-OHEN-VZDUCH.html/> [4.7.2011]
- DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Konstruktivistické metody výuky jako prostředek modernizace práce učitele chemie. In: *Profil učitele chemie II*. Hradec Králové: Gaudeamus. Sborník příspěvků., 2002. ISBN 80-7041-868-0
- EURYDICE: *Science Teaching in Schools in Europe. Policies and Research*. EACEA, [online]. 2006, [cit. 11. září 2010]. Dostupné na WWW: <http://www.eurydice.org/pls/portal/url/page/Eurydice/showPresentation?pubid=081EN>

- FENCLOVÁ, J: Integrace přírodovědného vzdělání. In: *Matematika a fyzika ve škole*. 1979, 9, 598.
- FOGARTY, R. *The Mindful School: How to Integrate the Curricula*. Palatine: Skylight Publishing, 1991. ISBN 978-1-4129-3889-1
- FRANCIS, R.: Procedure for Integrating Math and Science Units. In: *School Science and Mathematics*. 1996, 3, 114. ISSN: 0036-6803.
- GALILI, I.: Discipline-Culture Framework of Implementing the History and Philosophy of Science into Science Teaching. In: *Contemporary Science Education Research: International perspectives*. ESERA, 2010.
- GAVORA, P.: *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2000. ISBN 80-85931-79-6
- GESCHWINDER, J. a kol.: *Technické prostředky ve výuce*. Olomouc: UP, 1995. ISBN 80-706-7584-5
- HEJNOVÁ, E.: Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích – minulost a současnost. In.: *Scientia in educatione*. 2011, 2, 2. ISSN 1804 – 7106.
- HENDL, J. *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál, 2004. ISBN 80-7178-820-1
- HENDL, J.: *Kvalitativní výzkum. Základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-040-2
- HIPST: *HipstWiki*. [online]. 2011, [cit. 28. října 2011]. Dostupné na WWW: <http://hipstwiki.wetpaint.com/page/hipst+developed+cases>
- HÖFER, G., SVOBODA, E.: Některé výsledky celostátního výzkumu „Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky“. In.: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005.
- HOLUBOVÁ, R.: *Soubor podpůrných materiálů pro transformaci didaktického modelu výuky přírodovědných předmětů (část fyzikální)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1789-9
- HORÁK, F., CHRÁSKA, M. *Úvod do metodologie pedagogického výzkumu*. Praha: SPN, 1989.
- HÖTTECKE, D.: An anylysis of status and obstacles of implementation of history and philosophy of science in science education. In: *Contemporary Science Education Research: International perspectives*. ESERA, 2010.

- HOWITT, D.; CRAMER, D. *First Steps in Research and Statistics (A practical Workbook for Psychology Students)*. London: Routledge, 2000.
- HRABÁČKOVÁ, K.: Aspekty konstruktivismu ve vzdělávání. In: *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- JACOBS, H. H.: The interdisciplinarity concept model: theory and practice. In: *Gifted Child Quarterly*. 1986, 30, 159. ISSN 0016-9862.
- JANÁS, J.: *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. Brno: Univerzita J. E. Purkyně, 1985.
- JANOŠKOVÁ, S. K pojetí vzdělávacího oboru Chemie v RVP G. Dostupné na www: <http://www.rvp.cz/clanek/328/265> [4.10.2011], Metodický portál RVP, 2006.
- JURČÁK, J.: *Soubor podpůrných materiálů pro transformaci didaktického modelu výuky přírodovědných předmětů (část biologická)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1787-5
- KASÍKOVÁ, H. *Kooperativní učení, kooperativní škola*. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-167-3
- KAŠOVÁ, J. *Škola trochu jinak – projektové vyučování v teorii i praxi*. Kroměříž: Iuventa, 1995.
- KEINY, S.: *How to Integrate History and Philosophy of Science in the Science Curriculum?* Dostupné na www: <http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers/Keiny.pdf> [4.11.2011], IHPST, 2005.
- KLEČKOVÁ, M., BÍLEK, M.: *Soubor podpůrných materiálů pro transformaci didaktického modelu výuky přírodovědných předmětů (část chemická)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1790-5
- KLEČKOVÁ, M., FADRNÁ, V., TOPIČOVÁ, P. Využití chemických experimentů při integraci přírodovědných poznatků. In: *Aktuální otázky výuky chemie XV*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2005. ISBN 80-7041-511-8
- KLEPEL, G. a kol.: *Člověk a příroda. Zdraví*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. ISBN 80-7238-339-6
- KONEČNÁ, L.: *Učitelství náměsíčník pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů na ZŠ*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, 2010
- KOŤA, J. Pedagogika a její vědní profil. In: *Pedagogika pro učitele*. (Vališová, Kasíková a kol.): Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1734-0

- KUDRNOVÁ, T.: *Chemie vody, vzduchu a půdy (součást integrované výuky)*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2010
- LABURDOVÁ, J.: *Srovnávací analýza chemického vzdělávání v ČR a ve Skotsku*. Bakalářská práce. Praha: UK v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2012
- LAMANASKAUS, V., VILKONIENE, M. *European Dimension in Integrated Science Education. Training material for students*. Olomouc: Palacky University in Olomouc, 2008. ISBN 978-80-244
- LAPITKOVÁ, V.: Cross – kurikulárne prírodovedné spôsobilosti a ich rozvoj vo vyučovaní fyziky. In: *Mezipředmětové vazby fyziky s ostatními předměty, matematikou a předmětem praktické činnosti (Sborník ze semináře)*. Hradec Králové: MAFY, 2001. ISBN 80-86-148-50-5
- LEPIL, O. (a) Integrovaný model přírodovědného vzdělávání. In: *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- LEPIL, O. (b): Přírodovědné integrované výukové projekty. Projekt přírodovědného vzdělávání v Maďarsku. In: *Konstruktivismus v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Integrovaná přírodověda*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1391-4.
- MAŇÁK, J.: *Nárys didaktiky*. Brno: MU, ISBN 80-210-3123-9
- MARUŠINCOVÁ, E., KOLÁRIK, K.: Integrované vyučovanie prírodovedných predmetov (FAST) a postoje žiakov vybraným učebným predmetom. In: *Ako ďalej vo vyučvaní chemie – Zborník*. Banská Bystrica: Metodické centrum, 1998. ISBN neuvedeno.
- MARX, G.: Přírodovědné vzdělávání v Maďarsku. In: *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. Vol. 24 (1979), No. 6, 339-350
- MATYÁŠ, M.: Současný stav výzkumu v integrovaném vyučování. In: *Současný stav a perspektivy vývoje vědecké práce v didaktice fyziky*. Olomouc: UP v Olomouci, 1974.
- NEZVALOVÁ, D. a kol.: *Úvodní studie. Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- NEZVALOVÁ, D. *Projekt didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (biologie, fyzika, chemie)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1791-2

- NEZVALOVÁ, D.: Přehled učebních kompetencí žáka v konstruktivisticky pojatém přírodovědném vzdělávání. In: *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- PAPÁČEK, M.: Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? In: *Scientia in educatione*, 2010, 1, 1, 33-49. ISSN 1804-7106
- PAŘÍZEK, V. *K obsahu vzdělání a jeho soudobým potřebám*. Praha: SPN, 1984.
- PEČIVOVÁ, M.: Evaluace konstruktivistické výuky v chemii na ZŠ. In: *Chemické rozhledy (Iuventa)*, 2004, 5, 101. ISSN 1335-8391
- PELIKÁN, J. *Výchova jako teoretický problém*. Ostrava: Amosium servis, 1995. ISBN 80-85498-27-8
- PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-569-8
- PELIKÁN, J.: *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-569-87
- PLUCKOVÁ, I., SVATOŇOVÁ, H.: Integrace přírodovědných předmětů na ZŠ a její podpora z ESF. In: *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2010. ISBN 978-80-7368-426-6
- PODROUŽEK, L. *Integrovaná výuka na základní škole*. Plzeň: Fraus, 2002. ISBN 80-7238-157-1
- PRŮCHA, J. *Pedagogický výzkum (Uvedení do teorie a praxe)*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-132-3
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J.: *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-579-2
- PRŮCHA, J.: *Perspektivy vzdělání*. Praha: SPN, 1983. ISBN neuvedeno
- PRŮCHA, J.: *Přehled pedagogiky. Úvod do studia oboru*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-399-4
- PUPALA, B.: Epistemologické východiská vyučování a didaktiky. In: *Předškolní a primární pedagogika*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-585-7
- RAKUŠAN, Z.: Pokus o vytvoření uceleného modelu konstruktivistické výuky fyziky na ZŠ. In: *Moderní vyučování*, 2004, 10, 7. ISSN 1211-6858
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G)*. Praha: VÚP, 2007.

- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV)*. Praha: VÚP, 2007.
- ŘEZANKOVÁ, H. *Analýza dat z dotazníkových šetření*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-49-8
- SAAR, M. Integrating Chemistry with the Humanities. In.: *Chemistry education 2011. Scientific articles, Conference proceedings*. Riga: Latvijas Universitāte, 2011. ISBN 978-9984-45-421-4.
- SELCHOW, H., WROBEL, L. *Chemie 5./6. Schuljahr (Orientierungsstufe)*. Hannover: Hermann Schroedel Verlag KG, 1974.
- SLAVÍK, J. *Hodnocení v současné škole. Východiska a nové metody pro praxi*. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-262-9
- ŠÍBA, M. a kol.(a): Prague, the City of Alchemy, Chemistry Popularization via History. In.: *Chemistry education 2011. Scientific articles, Conference proceedings*. Riga: Latvijas Universitāte, 2011. ISBN 978-9984-45-421-4. (abstract, poster presentation)
- ŠÍBA, M. a kol.(b): Historie přírodních věd ve vzdělávání středoškolských učitelů. In: *Alternativní metody výuky 2011* (Sborník příspěvků 9. ročníku konference, Praha). Hradec Králové: Gaudeamus, 2011. ISBN 978-80-7435-104-4
- ŠÍBA, M. *Integrace biologických poznatků do výuky chemie*. Diplomová práce. Praha: UK v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2009
- ŠÍBA, M., KLÍMOVÁ, H (a).: *Historie přírodních věd ve výuce přírodovědných předmětů na středních školách*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2011. ISBN 978-80-7444-011-3
- ŠÍBA, M., KLÍMOVÁ, H. (b): Historie přírodních věd jako interdisciplinární téma ve výuce chemie. In: *Biologie, Chemie, Zeměpis*. 2011, 20, 3x, 367-371. ISSN 1210-3349
- ŠÍBA, M.; KLÍMOVÁ, H. (a): Integrovaná výuka v chemickém vzdělávání. In: *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7368-426-6
- ŠÍBA, M., KLÍMOVÁ, H. (b): Integrovaná výuka ve vzdělávání v chemii. In. *Alternativní metody výuky 2010* (Sborník příspěvků 8. ročníku konference, Praha). Hradec Králové: Gaudeamus, 2010. ISBN 978-80-7435-043-6
- ŠKODA, J., DOULÍK, P.: Jaké možnosti přináší RVP ZV pro přírodovědné vzdělávání? In. *Člověk a příroda. Sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference*. Ústí nad Labem: UJEP, 2007. ISBN 978-80-7044-918-9.
- ŠULCOVÁ, R. a kol. *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2008. ISBN 978-80-86561-66-0

UNDERHILL, R. G.: What is integrated mathematics and science? *In: School Science and Mathematics*. 1994, 94, 1. ISSN: 0036-6803.

ÚSTAV PRO INFORMACE VE VZDĚLÁVÁNÍ: *Školství do kapsy 2008*, ÚIV, Praha, 2009

VALÍČKOVÁ, L.: *Jan Amos Komenský a jeho doba v kontextu projektové výuky na 1. stupni ZŠ*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, 2007.

YOUNG, D.: Foundational Approaches in Science Teaching. *In: What Works in the Middle: Results-based Staff Development*. Arvada: National Staff Development Council, 2000. ISBN neuvedeno.

ZAHRADNIK, G. a kol.: *Člověk a příroda. Informace a komunikace*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. ISBN 80-7238-342-6

ZILKER, I. a kol.: Are historical contexts suitable for assessing students' competences in the field of nature of science and scientific inquiry? *In: Contemporary Science Education Research: International perspectives*. ESERA, 2010.

Internetové odkazy

[1] Program FOSS: <http://www.fossweb.com/> (prohlédnuto 30. 1. 2010)

[2] Program FOSS: <http://lhsfoss.org/> (prohlédnuto 30. 1. 2010)

[3] FOSS Middle School Components: <http://lhsfoss.org/components/ms.html>
(prohlédnuto 10. 8. 2010)

[4] Planet FOSS: <http://www.fossweb.com/planetfoss/> (prohlédnuto 10. 8. 2010)

[5] Teacher Preparation Videos: Chemical Interactions

http://www.fossweb.com/modulesMS/ChemicalInteractions/frameset.php?page=teacher_videos.html (prohlédnuto 10. 8. 2010)

[6] Učebnice pro integrovanou výuku, dostupné na: <http://ucebnice.fraus.cz/ucebnice-pro-integrovanou-vyuku/> (prohlédnuto 12.10. 2010)

[7] Syntézou poznatků přírodních věd k rozvoji klíčových kompetencí učitelů, dostupné na: <http://www.ped.muni.cz/prirodoveda/> (prohlédnuto 29.11. 2010)

[8] Archiv časopisu i-Phorum, rektorát Univerzity Karlovy. Dostupné na:

<http://www.cuni.cz/IFORUM-11049.html> (prohlédnuto 19. 6. 2012)

[9] <http://spreadsheets.google.com/viewform?formkey=dG45SXRTY1FGWGdBR2RGWGsRDUyU2c6MQ>).

Literatura využitá při tvorbě pracovních listů k tématu HPV je uvedena přímo za jednotlivými listy.

PŘÍLOHA A

DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ PRO UČITELE CHEMIE NA GYMNÁZIÍCH

Vážení učitelé, milí kolegové,

dovoluji si Vás oslovit s prosbou o vyplnění dotazníku k tématu integrace přírodovědných předmětů. Výsledky dotazníku budou použity pouze k zpracování mé disertační práce.

Dotazník lze vyplnit přímo na PC (stačí, když do kolonky Odpověď vložíte k Vámi zvolené možnosti např. znak X) nebo jej můžete vytisknout a vyplnit ručně.

Vyplnění dotazníku Vám nezabere více jak 5 minut. Věřím, že si tento čas najdete, a tím mi významně pomůžete při sepsání disertační práce. Předem Vám za to děkuji.

Na konci dotazníku najdete instrukce, kam jej odeslat.

Mgr. Michal Šíba

Aprobace		Kraj, ve kterém se nachází Vaše škola	
Číslo otázky	Varianta	Otázka/Varianta	Odpověď
1		Jakým způsobem jste na Vašem gymnáziu v rámci ŠVP zpracovali předmět Chemie? (Pokud jste v různých ročnících postupovali různě, zvolte více možností a k odpovědi připište, jakých ročníků se to týká).	
	A	Předmět Chemie jsme vytvořili výhradně ze vzdělávacího oboru Chemie, neintegrovali jsme učivo z jiných vzdělávacích oborů.	
	B	Předmět Chemie jsme vytvořili ze vzdělávacího oboru Chemie a začlenili také očekávané výstupy z jiných vzdělávacích oborů (tzn. snažili jsme se alespoň v některých ročnících včlenit do chemie i témata, která jsme před RVP vyučovali jako součást jiných předmětů).	
	C	Předmět Chemie jsme vytvořili propojením očekávaných výstupů více vzdělávacích oborů – tzn. část výstupů z oboru Chemie jsme integrovali do jiných předmětů a naopak část výstupů z jiných oborů jsme včlenili do předmětu Chemie (tzn. že se i některá původně chemická témata snažíme vyučovat i v rámci jiných předmětů).	
	D	V některých ročnících jsme vytvořili nový integrovaný předmět (např. Přírodní vědy) sloučením více úplných vzdělávacích oborů.	
	E	Vzdělávací obor Chemie jsme rozdělili na více samostatných vyučovacích předmětů – např. Anorganická chemie, Organická chemie, Chemie životního prostředí aj.	

Číslo otázky	Varianta	Otázka/Varianta	Odpověď
2		Výstupy z kterých oborů jste včlenili do předmětu Chemie? (Zvolit můžete i více možností).	
	A	Biologie	
	B	Fyzika	
	C	Geologie	
	D	Geografie	
	E	Matematika	
	F	Informatika	
	G	Jiné (napište, prosím, jaké)	
3		Který předmět z dvojice Biologie/Fyzika má podle Vašeho mínění s chemií více společného?	
4		Jaký způsob je podle Vás nejvhodnější při realizaci mezioborových vztahů v rámci přírodovědných předmětů?	
	A	Začlenění společných prvků přímo do obsahu výuky konkrétního přírodovědného předmětu – tzn. v rámci chemie jsou probírány některé biologické aspekty vybraných témat nebo v rámci fyziky je zohledněno chemické hledisko apod.	
	B	Vytvoření samostatného volitelného interdisciplinárního předmětu – semináře, který by byl přímo zaměřen na hledání mezioborových vztahů.	
	C	Využití projektového vyučování – studenti ve skupinách pracují samostatně na řešení mezioborového problému.	
	D	Využití jiných aktivizačních forem výuky. Napište, prosím, jakých.	
5		Vyzkoušel/a jste se svými studenty v rámci chemie projektové vyučování?	
	A	Ano	

	B	Ne	
6		Pokud jste na otázku č. 5 odpověděl/a Ano, jakého tématu se projekt týkal?	
7		Pokud jste na otázku č. 5 odpověděl/a Ano, jak jste byl/a spokojen/a s průběhem a výsledky projektu? (1 - velmi spokojen/a, 2 – spokojen/a, 3 – částečně spokojen/a, 4 – nespokojen/a, 5 - velmi nespokojen/a)	
8		Myslíte si, že jednoletý seminář (volitelný předmět) obsahově zaměřený na interdisciplinární přírodovědná témata, by mohl být pro studenty na Vaší škole atraktivní? Kterí studenti by o něj hlavně měli zájem? (Zvolte, prosím, variantu, která se nejvíce blíží Vašemu názoru. V případě, že váháte mezi několika variantami, můžete zaškrtnout i více alternativ.)	
	A	Myslím si, že o takový seminář by někteří žáci zájem měli. Nejsem si ale jistý/á jejich počtem. Ti, kteří chtějí z přírodovědných předmětů maturovat nebo z nich skládat přijímací zkoušky na VŠ, by se pravděpodobně hlásili na oddělené semináře z chemie, biologie či fyziky.	
	B	Žáci by podle mého názoru raději volili oddělené semináře z chemie, fyziky či biologie. Student, kterého baví chemie, nemusí mít nutně rád fyziku, a tak by se mohl integrovaných témat zaleknout.	
	C	O seminář by podle mého názoru měli zájem především žáci, kteří nejsou úzce profilovaní na některý z odborných předmětů. Pro ně by mohl být zajímavou alternativou k ostatním volitelným předmětům.	
	D	Myslím si, že o seminář by mohl být zájem velký, vzhledem k tomu, že by se mohl stát díky interdisciplinárnímu pojetí atraktivní i pro spíše humanitně zaměřené studenty.	
9		Jaký je Váš osobní názor na možnost, že by se v budoucnosti mohly přírodovědné předměty (biologie, chemie, fyzika) vyučovat společně v rámci jednoho integrovaného předmětu?	
	A	Takovou možnost nepovažuji vůbec za reálnou.	
	B	Taková změna je možná pouze na základních školách či v nižších ročnících víceletých gymnázií.	

		Na středních školách by měly být i nadále vyučovány přírodovědné předměty samostatně.	
	C	Ta myšlenka se mi líbí, podporuji ji.	
10		Jak byste se zachoval/a v případě, že by byla na Vaší škole zavedena výuka přírodovědných předmětů modelem jednoho integrovaného předmětu?	
	A	Změnu bych přivítal/a a snažil/a bych se co nejrychleji orientovat v předmětech mimo moji aprobaci, abych mohl/a takový integrovaný předmět co nejkvalifikovaněji učit.	
	B	Se změnou jako takovou bych sice problém neměl/a, ale předpokládal/a bych, že úsilí spojené s tvorbou osnov nového předmětu bude finančně kompenzováno.	
	C	S takovou změnou bych se jen těžko smířoval/a a zvykal/a si na ní, integrovaný předmět bych alespoň zpočátku učil/a jen se sebezapřením.	
	D	Pokud by na mé škole k něčemu podobnému došlo, uvažoval/a bych o odchodu z ní.	

Nepovinná část

Příjmení, jméno, titul		Gymnázium
E-mail		

Děkuji Vám za vyplnění dotazníku. Pokud jste jej vyplnili přímo na PC, uložte si ho a pošlete na mou e-mailovou adresu michal.siba@post.cz. Pokud jste dotazník vyplnili v tištěné podobě, pošlete mi ho, prosím, na adresu katedry: Mgr. Michal Šíba (pracovna doktorandů), Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 3, 128 43 Praha 2.

Příloha B

Výsledky šetření podle krajů (otázka 1 -5)

Kraj	Počet respondentů	Číslo otázky Alternativa odpovědi	1					2							3		4				5	
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	Biologie	Fyzika	A	B	C	D	Ano	Ne
Hlavní město Praha	35		10	18	10	4	2	29	23	18	11	10	6	1	26	9	27	2	6	0	22	13
Jihočeský	14		7	0	7	3	1	12	11	7	3	7	3	1	9	5	9	1	3	1	6	8
Jihomoravský	13		1	6	4	1	1	12	11	9	3	7	3	1	9	4	6	0	6	1	5	8
Moravskoslezský	13		1	6	6	1	1	12	10	4	6	5	3	0	6	7	5	0	8	0	10	3
Vysočina	12		3	9	1	1	0	9	6	3	0	3	2	0	12	0	10	1	1	0	3	9
Pardubický	9		1	6	4	2	0	7	6	5	2	5	2	0	3	6	6	0	3	0	7	2
Olomoucký	9		2	6	1	1	0	8	6	6	2	4	2	0	9	0	6	2	1	0	5	4
Ústecký	9		3	4	2	0	0	6	6	3	0	1	0	0	7	2	8	0	1	0	5	4
Liberecký	7		1	5	1	0	0	5	4	5	1	3	2	0	6	1	6	1	0	0	7	0
Středočeský	7		1	4	3	2	0	7	7	6	3	4	3	0	6	1	5	0	2	0	2	5
Královéhradecký	6		1	5	1	2	0	4	4	3	0	3	2	0	6	0	3	1	2	0	3	3
Karlovarský	5		1	0	3	1	0	3	1	2	2	1	0	0	4	1	5	0	0	0	1	4
Zlínský	5		1	4	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0	4	1	4	0	1	0	5	0
Plzeňský	4		0	4	0	0	0	3	2	1	1	1	0	1	2	2	3	0	1	0	1	3
Celkem	148		33	77	43	18	5	121	100	75	34	54	28	4	109	39	103	8	35	2	82	66

Příloha B

Výsledky šetření podle krajů (otázka 6 -10)

Kraj	Počet respondentů	Číslo otázky	6	7**					8				9			10			
		Alternativa odpovědi		Téma projektového vyučování*	VS	S	ČS	N	VN	A	B	C	D	A	B	C	A	B	C
Hlavní město Praha	35		plasty	5	14	3	0	0	19	15	6	2	10	19	6	6	12	15	2
Jihočeský	14		ohňostroj	2	2	2	0	0	1	5	8	6	6	7	1	2	7	4	1
Jihomoravský	13		vzduch	0	2	3	0	0	6	5	2	2	6	7	0	0	6	7	0
Moravskoslezský	13		těžba rud	3	4	3	0	0	8	4	1	0	3	9	1	4	7	1	1
Vysočina	12		minerální vody	0	1	1	1	0	10	3	1	0	6	4	2	1	5	4	2
Pardubický	9		krasové jevy	0	2	5	0	0	4	3	4	0	5	4	0	1	2	5	1
Olomoucký	9		odpady	0	3	2	0	0	2	6	4	0	4	5	0	3	2	3	1
Ústecký	9		paliva	0	1	3	1	0	4	4	1	0	5	2	2	1	3	5	0
Liberecký	7		Coca - Cola	1	5	1	0	0	4	0	2	1	5	2	0	0	4	2	1
Středočeský	7		nanotechnologie	0	1	1	0	0	3	2	3	0	2	2	3	1	2	3	1
Královéhradecký	6		fosilní paliva	0	2	1	0	0	4	3	1	0	2	4	0	0	3	3	0
Karlovarský	5		experiment	0	0	1	0	0	1	3	0	1	3	2	0	0	1	4	0
Zlínský	5		separační metody	1	4	0	0	0	2	4	0	0	2	3	0	0	2	3	0
Plzeňský	4		voda	0	1	0	0	0	2	1	1	0	2	1	1	1	1	2	0
Celkem	148			12	42	26	2	0	70	58	34	12	61	71	16	20	57	61	10

Legenda: * uvedeno pouze jedno z mnoha , ** VS = velmi spokojen, S = spokojen, ČS = částečně spokojen, N = nespokojen, VN = velmi nespokojen

PŘÍLOHA C

Dotazník k pracovním listům Historie přírodních věd

Nejprve si pečlivě přečtěte **všechny** nabízené alternativy a po té vyberte **jedno** tvrzení, které odpovídá nejvíce Vašemu názoru.

Třída/Ročník:

Škola:

1. Z následujících oblastí nejvíce preferuji:

- a) humanitní vědy (dějepis, základy společenských věd, jazyky apod.)
- b) přírodní vědy (biologie, chemie, fyzika apod.);
- c) matematika a technické obory.

2. Téma Historie přírodních věd považuji ve středoškolské výuce za:

- b) důležité a zajímavé;
- c) důležité, ale ne příliš zajímavé;
- d) ne příliš důležité, ale zajímavé;
- e) nedůležité a nezajímavé.

3. Začlenění pracovních listů o historii přírodních věd právě ve vašem ročníku gymnaziálního studia:

- a) Pokládám za odpovídající.
- b) Téma by mělo být probíráno až ve vyšších ročnících, úkoly byly příliš obtížné.
- c) Téma by mělo být probíráno v nižších ročnících, úkoly byly příliš snadné.
- d) Téma považuji za natolik interdisciplinární a nezávislé na předchozích znalostech, že ho lze začlenit v jakémkoliv ročníku.

4. Jaký je pro vás osobně přínos řešení pracovních listů o historii přírodních věd? Vyberte alternativu, která nejvíce odpovídá vašemu názoru.

- a) Získal/a jsem ucelený přehled o počátcích přírodních věd, měl/a jsem možnost propojit znalosti z chemie, fyziky, biologie, základů společenských věd a dějepisu.
- b) Dosud jsem přírodní vědy vnímal/a spíše jako soubor izolovaných poznatků. Historické pojetí však vnáší do přírodních věd příběhy konkrétních lidí, což mně do jisté míry dokázalo přírodní vědy přiblížit.
- c) Téma mi pomohlo zamyslet se nad vývojem lidského poznání v minulosti a jeho směřování do budoucna, stejně jako nad etickými aspekty přírodovědného bádání.
- d) Nemyslím si, že by téma mělo pro mě nějaký přínos nebo změnilo můj pohled na přírodní vědy. Jeho zařazení do výuky považuji za zbytečné.

5. Předkládané výukové texty a úkoly ke čtyřem historickým obdobím pokládám za: (zaškrtněte vždy jednu variantu z uvedené dvojice)

Srozumitelné

Nesrozumitelné

Přehledné

Nepřehledné

Psané poutavě

Psané nezáživně

Motivující k dalšímu
poznání dějin přírodních věd

Demotivující
poznání dějin přírodních věd

k dalšímu

6. Za nejpřínosnější typ úkolů pro základní orientaci v oblasti historie přírodních věd, s kterým jsem se v pracovních listech setkal/a, považuji:

- a) otázky na konkrétní faktické informace z oblasti přírodních věd a jejich dějin;
- b) otázky, při kterých jsem se měl/a zamyslet nad příčinami určitého historického či přírodovědného faktu;
- c) otázky, které zjišťovaly mé osobní názory na problematiku oblasti přírodovědného bádání, jako je jeho vztah k náboženství, jeho další směřování apod.;
- d) otázky, na které jsem místo písemné odpovědi mohl/a nakreslit schéma či obrázek.

7. S tématem historie přírodních věd jsem se měl/a možnost poprvé souhrnně seznámit:

- a) v hodinách dějepisu;
- b) v hodinách základů společenských věd;
- c) v hodinách jiných přírodovědných předmětů;
- d) až při řešení předložených pracovních listů.

8. Zde je prostor pro jakékoliv Vaše připomínky, názory a nápady k pracovním listům Historie přírodních věd:

Příloha D

Disk CD – Historie přírodních věd ve vzdělávání

Příloha E

Disk CD – Text disertační práce